

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій**  
**Черкаський інститут пожежної безпеки**  
**імені Героїв Чорнобиля**  
**Національного університету цивільного захисту України**

**Матеріали VIII Міжнародної**  
**науково-практичної конференції**  
**«ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ГАСІННЯ ПОЖЕЖ**  
**ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ»**

**18-19 травня 2017 року**

**Черкаси – 2017**

Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій: Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2017. – 328 с.

**Програмний комітет:**

Тищенко О. М. – к. т. н., професор, в. о. начальника Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України;

Безуглов О. Є. – к. т. н., доцент, начальник факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України;

Гвоздь В. М. – к. т. н., професор, начальник У ДСНС України у Черкаській області;

Осипенко В. І. – д. т. н., професор, завідувач кафедри харчових виробництв та верстатів нового покоління Черкаського державного технологічного університету;

Монкелиюнене Янина – заступитель начальника учебного центра гражданской защиты, Департамент пожарной охраны и спасения при МВД Литовской Республики;

Шукіс Рітольдас – к. т. н., доцент, завідувач кафедри безпеки праці та протипожежного захисту Вільнюського технічного університету Гедиміна, Литовська Республіка;

Славчев Христо – професор, PhD, Габровський технічний університет, Республіка Болгарія;

Василь Іванов – головний інспектор по захисту населення Управління державної пожежної профілактики та профілактичних заходів Департаменту пожежної безпеки та захисту населення МВС Республіки Болгарія;

Леван Надареїшвілі – заступник начальника служби ХБРЯ МВС Грузії;

Лахвич В'ячеслав – к. т. н., доцент, начальник кафедри пожежної та аварійно-рятувальної техніки державної установи освіти «Університет цивільного захисту Міністерства з надзвичайних ситуацій Республіки Білорусь»;

Пармон Валерій – к. т. н., доцент, начальник кафедри автоматичних систем безпеки державної установи освіти «Університет цивільного захисту Міністерства з надзвичайних ситуацій Республіки Білорусь»;

Нгуен Туан Ань – к. т. н., заступник начальника факультету пожежної тактики Інституту пожежної безпеки В'єтнама;

Евгеній Рыжиков – PhD, консультант Hotzone Solutions Group, Нідерланды;

Марчин Аншчак – PhD, доцент кафедри внутрішньої безпеки, Університет технічески-торговий ім. Хелены Ходковской, Республіка Польща.

**Організаційний комітет:**

Качкар Є. В. – к. т. н., доцент, начальник факультету оперативно-рятувальних сил Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (відповідальний секретар конференції);

Маладика І. Г. – к. т. н., доцент, заступник начальника факультету – начальник кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України;

Биченко А. О. – к. т. н., доцент, начальник кафедри техніки та засобів цивільного захисту Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України;

Покалюк В. М. – к. пед. н., начальник кафедри фізико-хімічних основ розвитку та гасіння пожеж Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України;

Архипенко В. О. – к. пед. н., начальник кафедри спеціальної та фізичної підготовки Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України.

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України  
**(протокол № 9 від 05 травня 2017 р.)**

Дозволяється публікація матеріалів збірника у відкритому доступі  
комісією з питань роботи із службовою інформацією  
в Черкаському інституті пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України  
**(протокол № 6 від 28 квітня 2017 р.)**

**Секретаріат конференції:**

Секція 1 – к. т. н., доцент Мирошник О. М.

Секція 2 – к. т. н. Григор'ян М. Б.

Секція 3 – к. т. н. Нуянзін О. М.

Секція 4 – к. пед. н. Шаріпова Д. С.

## **Шановні колеги!**



*Радий вітати учасників, гостей та організаторів з відкриттям VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій – 2017». Цей захід щороку збирає фахівців, відданих шляхетній справі боротьби з пожежами, надзвичайними ситуаціями та їх наслідками.*

*Вважаю, що це чудова нагода для фахівців і науковців з різних країн не тільки обмінятися досвідом, новими напрацюваннями, досягненнями, відкриттями, а й ознайомитись із сучасною протипожежною, аварійно-рятувальною технікою, обладнанням та засобами пожежогасіння.*

*Маю надію, що дана конференція зробить вагомий внесок у розвиток пріоритетної для України рятувальної галузі.*

*Інститут, відповідно до наданих ліцензій, реалізує освітні (освітньо-професійні, освітньо-наукові) програми за освітніми та освітньо-кваліфікаційними рівнями, забезпечує формування освіченої, всебічно розвиненої, творчої особистості, підготовленої до життя, активної трудової діяльності, створює належне підґрунтя для розвитку життєвої компетентності, а також здійснює наукову та науково-технічну діяльність.*

*Тематичні секції конференції сформовані з урахуванням теоретичних та практичних питань у сфері захисту населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій. Це тактика і технічне забезпечення гасіння пожеж та проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, фізико-хімічні процеси при розвитку та ліквідації надзвичайних ситуацій, їх моделювання, а також питання професійної підготовки та післядипломної освіти фахівців для органів та підрозділів служби цивільного захисту України.*

*Суттєва увага в матеріалах конференції приділена також екологічним питанням. На жаль, проблема охорони довкілля хвилює переважну частину населення лише тоді, коли це стосується добробуту, комфорту життя та перспектив у майбутньому.*

*Зважаючи на актуальність питань, що передбачені для обговорення під час конференції, переконаний, що фахові доповіді, повідомлення, діалоги та дискусії будуть сприяти розвитку вітчизняної науки і подальшому вдосконаленню якості основного продукту вищої школи - особистості молодого фахівця.*

*Щиро вірю у плідність та насиченість творчої роботи науковців під час конференції, у те, що сформульовані її учасниками пропозиції матимуть практичне значення для професійної діяльності фахівців Державної служби України з надзвичайних ситуацій.*

*Бажаю учасникам Міжнародної науково-практичної конференції плідної роботи та нових творчих здобутків в ім'я збереження життя та здоров'я громадян!*

*В. о. начальника Черкаського інституту  
пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту  
України кандидат технічних наук, професор*

**О. М. Тищенко**

## ЗМІСТ

### Секція № 1 Реагування на надзвичайні ситуації, пожежі та ліквідація їх наслідків

<i>Аветісян В.Г.</i> Дії пожежно-рятувальних підрозділів під час проведення рятувальних робіт у випадку дорожньо-транспортних пригод	11
<i>Баланюк В.М.</i> Тернарні вогнегасні системи на основі ударних хвиль	12
<i>Борисенко В.Г., Мунтян В.К., Барабаш І.О., В.П. Ворон, Ткач О.М.</i> Дослідження параметрів горіння підстилки соснових лісів українського Полісся	14
<i>Бородич П.Ю., Кисіль С.О.</i> Імітаційне моделювання оперативного розгортання особового складу аварійно-рятувального автомобілю при рятуванні постраждалого з колектору	16
<i>Бородич П.Ю., Литовченко Д.Р.</i> Розробка нормативу оперативного розгортання особового складу автомобілю пожежного першої допомоги з установкою триноги на колодязь та спуском в нього	17
<i>Бульга Д.М.</i> Организация проведения поиска и спасания воздушных судов, потерпевших бедствие на территории Республики Беларусь	19
<i>Волосач А.В.</i> Некоторые аспекты проведения осмотра места пожара работниками органов дознания и следственного комитета	21
<i>Горносталь С.А., Петухова О.А.</i> Аналіз небезпечних чинників, що сприяють виникненню та розповсюдженню пожежі на мережах газопостачання	21
<i>Гринчишин Н.М.</i> Проблеми екологічної безпеки ґрунту при ліквідації пожеж у природних екосистемах	23
<i>Демент М.О.</i> Особливості проведення аварійно-рятувальних робіт під час евакуації потерпілих з висотних об'єктів за допомогою спеціального оснащення	24
<i>Дендаренко Ю.Ю., Блащук О.Д., Сенчихін Ю.М., Остапов К.М.</i> Вплив гідравлічних параметрів плоскорадіального водяного струменя-екрана на його нерозривність	25
<i>Дендаренко Ю.Ю., Блащук О.Д., Сенчихін Ю.М., Остапов К.М.</i> Удосконалення конструкції насадка на пожежний лафетний ствол для створення плоскорадіального водяного струменя-екрана	27
<i>Дубінін Д.П., Лісняк А.А.</i> Дослідження вибухового методу подвійних зарядів для створення протипожежних бар'єрів	30
<i>Ємець В.І., Литовченко А.О.</i> Технології застосування авіації для виявлення і гасіння лісових пожеж	32
<i>Засць Р. А.</i> Методи експертних оцінок в прогнозуванні надзвичайних екологічних ситуацій	33
<i>Іванець Г.В., Толкунов І.О., Стецюк Є.І.</i> Модель оцінки рівня готовності підрозділу ДСНС України до дій у надзвичайних ситуаціях	35
<i>Іценко І. І., Томенко М. Г., Рябоконт В. В.</i> Організація ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій	38
<i>Казаков Б.В.</i> Особенности ведения разведки при ликвидации чрезвычайных ситуаций на радиоактивно загрязненной местности	39
<i>Калиновський А.Я., Коваленко Р.І.</i> Побудова концептуальної моделі функціонування транспортно-логістичної контейнерної системи постачання засобів та оснащення для проведення пожежогасіння та аварійно-рятувальних робіт	41
<i>Качкар Є. В.</i> Обґрунтування засобу локалізації негативних явищ під час горіння забруднених радіоактивними відходами лісових масивів	42
<i>Коваленко В.В., Кимаковська Н.О., Калиненко Л.В.</i> Забезпечення радіаційного захисту особового складу під час гасіння пожеж у зоні відчуження	45
<i>Колесник І.С., Лисак Д., Недоснований О.</i> Маніпулювання свідомістю індивіда, як один із чинників виникнення техногенних катастроф	46
<i>Корнієнко О.В., Копильний М.І., Ліхнівський Р.В., Харченко В.І., Білошицький М.В.</i> Застосування хімічних речовин для створення загороджувальних смуг під час гасіння пожеж у природних екосистемах	48
<i>Костенко Т.В., Костирка О.В.</i> Визначення безпечних зон ведення аварійних робіт під час гасіння пожеж у резервуарах з нафтопродуктами	50
<i>Коцуба А.В.</i> Расчет запасов лесных горючих материалов на территории Республики Беларусь	51
<i>Кришталь Т. М.</i> Деякі аспекти організації оперативного реагування на надзвичайні ситуації	53
<i>Левицька О.Г.</i> Очищення поверхневих вод при проливах нафти і нафтопродуктів	54
<i>Лукашенко Л.В., Словінський В. К.</i> Дослідження застосування рятувального засобу для порятунку людей з висотних будинків	55
<i>Ляшенко О.М.</i> Інформаційна система підтримки прийняття координаційних рішень при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій	56
<i>Максимов А.В.</i> Аналіз процесу оперативного розгортання особового складу аварійно-рятувального автомобілю під час рятування постраждалого з колектору	58

<i>Марич В. М., Ковалишин В. В., Кирилів Я. Б., Кошеленко В. В., Мірус О. Л.</i> Дослідження хімічних речовин, як складників вогнегасних порошків для гасіння магнію та його сплавів	59
<i>Миневич Д.Н.</i> Предложения по повышению эффективности применения носимых радиостанций	61
<i>Миканович А.С., Любимова О.В.</i> Анализ вопроса защиты зданий и сооружений при внутреннем взрыве газо-пылевоздушной смеси	62
<i>Мирошник О.М., Землянський О.М., Шкарабура М.Г., Галенда Р. В.</i> Розробка портативного піногенератора	64
<i>Мирошник О.М., Шкарабура М.Г., Кульбач А.А., Ключко Р. В.</i> Хімічний захист населення у надзвичайних ситуаціях	65
<i>Молодика Є.А., Філобок Д.С., Федоров М.С.</i> Дослідження способів контролю за експлуатацією пожежно-технічного та аварійно-рятувального оснащення	66
<i>Нгуен Куок Вьет</i> Численное моделирование времени достижения критической температуры нефтепродуктов в АЦ при образовании «Огненного шара»	68
<i>Нгуен Туан Ань</i> Введение сил и средств для тушения пожаров на этажах зданий повышенной этажности	70
<i>Олихвер В.А., Морозов А.А., Пармон В.В., Агакишизаде Г.Б.</i> Особенности применения комбинированных стволов для тушения внутренних пожаров	73
<i>Пармон В.В., Олихвер В.А., Морозов А.А., Агакишизаде Г.Б.</i> Боевая работа с подствольщиком с применением ручных пожарных стволов	74
<i>Пармон В.В., Олихвер В.А., Морозов А.А., Агакишизаде Г.Б.</i> Методы прокладки рукавных линий	75
<i>Пармон В.В., Стриганова М.Ю., Ширко А.В., Морозов А.А.</i> Использование базовых уравнений гидрогазодинамики для расчета проточной части пожарного ствола в среде Ansys Fluent	77
<i>Пархоменко Т.В., Черненко О.М., Криворучко І. М.</i> До питання вдосконалення психологічної підготовки рятувальників	79
<i>Паснак І.В., Мовчан І.О.</i> Дослідження впливу чинників на тривалість слідування пожежного автомобіля до місця виклику	80
<i>Пономаренко Р.В., Стадник Д.О., Мішина В.О.</i> Вдосконалення спуску потерпілого в ношах	82
<i>Попов О.О., Яцишин А.В., Ковач В.О., Краснов Є.Б.</i> Інформаційно-аналітична комп'ютерна система підтримки прийняття рішень щодо попередження надзвичайних ситуацій на територіях розміщення хімічно небезпечних техногенних об'єктів	82
<i>Присяжнюк В.В., Алімов Б.О., Пух Ю.А., Куртов О.В., Осадчук М.В.</i> Застосування переносних технічних засобів пожежогасіння для підвищення ефективності гасіння пожеж	85
<i>Савельев Д. И., Чиркина М. А.</i> К вопросу изучения гелеобразующих огнетушащих составов при тушении лесных низовых пожаров	86
<i>Савченко А.В.</i> Новые технологии охлаждения резервуаров с углеводородами от теплового воздействия пожара	88
<i>Симинский Д.Л., Каминская В.В.</i> О некоторых вопросах организации взаимодействия органов управления по чрезвычайным ситуациям с органами военного управления	89
<i>Соколов Д. Л.</i> Щодо питання розробки рятувального засобу для порятунку людей на водоймах у зимовий період	90
<i>Тарадуда Д. В.</i> До питання реагування на надзвичайні ситуації, пов'язані з хвря інцидентами терористичного характеру	92
<i>Тарнавський А.Б.</i> Заходи щодо забезпечення належного рівня радіаційної безпеки населення та територій, що постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи	93
<i>Токарева М.О.</i> Перспективні шляхи удосконалення системи протипожежного захисту в Україні	95
<i>Томиленко А. Г.</i> Этапы формирования и развития добровольной пожарной охраны Республики Болгария	96
<i>Тригуб В.В.</i> Щодо визначення часу локалізації пожежі	98
<i>Ференц Н. О.</i> Удосконалення вогнеперешкоджувачів для протипожежного захисту виробничих комунікацій	99
<i>Фещенко А. Б., Селеенко Е. Е., Загора А. В.</i> Индукционный метод подповерхностного зондирования взрывных устройств	101
<i>Харламов В.В.</i> Засоби для самостійної евакуації людей з висоти	102
<i>Хижняк В.В., Гурник А.В.</i> Авіаційні засоби і способи пожежогасіння	103
<i>Шмулевцов И.А.</i> Оценка минимального количества воды, подаваемой в поток воздуха, создаваемого дымососом для обеспечения безопасной работы спасателя	104

## Секція № 2. Розвиток, застосування засобів цивільного та протипожежного захисту

<i>Абрамов Ю. О., Кальченко Я. Ю.</i> Аналіз системи експлуатації теплових пожежних сповіщувачів	107
<i>Айтеев А. С., Куттыбаев Е. М.</i> , <i>Значимость инженерной защиты населения и территории Республики Казахстан</i>	109
<i>Білошицький М. В., Ніжник В. В., Скоробагатько Т. М., Семичаєвський С. В., Тесленко О. М.</i> Висвітлення основних положень ДСТУ Б.В.1.1-36:2016 у посібнику по практичному застосуванню ДСТУ Б В.1.1-36:2016 визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою	111
<i>Биченко А. О., Яковенко В. В., Яворський С. Л., Кравченко С. В.</i> Визначення дійсної концентрації хімічних речовин при використанні датчиків-газоаналізаторів	113
<i>Капцевич В. М., Чугаев П. С., Бульга Д. М., Корнеева В. К.</i> Испытания искрогасителя для мобильной сельскохозяйственной техники	114
<i>Гаврилюк А. Ф., Паснак І. В., Ганченко І. Ю.</i> Удосконалення протипожежного захисту транспортних засобів	116
<i>Григор'ян М. Б., Гончар С. В., Швидкий О. М.</i> Дослідження криптографічних засобів захисту конфіденційної інформації для управління безпекою ДСНС України	117
<i>Григор'ян М. Б., Гончар С. В., Кришталь В. М., Секрет В. О.</i> Проведення оперативно-пошукових робіт та розвідки за допомогою безпілотних літальних апаратів	118
<i>Заїка П. І., Заїка Н. П., Кравець С. Я., Назарець С. С.</i> Особливості будівництва багатофункціональних житлових комплексів щодо забезпечення пожежної безпеки	119
<i>Кириченко О. В., Заїка П. І., Ковпоша О. М.</i> Расчёт температуры и состава продуктов сгорания нитратно-магниевых смесей	120
<i>Ковалёв А. А., Васильев С. В.</i> Ходовые системы инженерных машин	122
<i>Ковальов П. А., Булхов І. І., Котоловець Д. І.</i> Дослідження апарата на хімічно зв'язаному кисні УПІ-12 KS	124
<i>Коленов О. М.</i> Актуальні питання щодо підготовки газодимозахисників в структурі службової підготовки у підрозділах служби цивільного захисту	125
<i>Куценко С. В., Побережний Ю. І., Крива А. Ф., Петрова А. О.</i> Розробка методу побудови мережі кабельно-безпроводного зв'язку пожежної сигналізації	126
<i>Кучер П. П., Лащ О. В., Бердник В. В.</i> Елементний базис інформаційної технології комплектування аварійно-рятувальної техніки	127
<i>Лаврівський М. З., Коструліна Ю. С.</i> Використання споруд подвійного призначення для захисту людей від надзвичайних ситуацій	128
<i>Левтеров А. А., Тютюник В. В., Калугин В. Д.</i> Акустическая система раннего обнаружения очагов возгораний различных классов на объектах жизнедеятельности	130
<i>Мелещенко Р. Г., Гапоненко О. О.</i> Параметри вогнегасної ефективності викиду порошкових сумішей з контейнерів	132
<i>Назаренко С. Ю., Чернобай Г. А.</i> Определение жесткости напорного пожарного рукава диаметром 51 мм	133
<i>Петухова О. А., Горносталя С. А.</i> Особливості реалізації алгоритму вибору обладнання пожежних кран-комплектів	135
<i>Петухова О. А., Щербак С. М.</i> Визначення характеристик обладнання пожежних кран-комплектів для заданої житлової будівлі.	137
<i>Пономаренко С. С.</i> Експлуатація напірних пожежних рукавів в підрозділах Державної служби України з надзвичайних ситуацій	139
<i>Попов В. Н., Скоромный А. Л., Лейких Д. В., Касатка П. А., Скоробагатько С. Ю.</i> Современные изолирующие регенеративные респираторы ООО «ДЕЗЕГА ХОЛДИНГ Украина»	140
<i>Присяжнюк В. В., Алімов Б. О., Пух Ю. А., Куртов О. В., Осадчук М. В.</i> Застосування переносних технічних засобів пожежогасіння для гасіння пожеж	143
<i>Пустовіт М. О., Борисова А. С., Таран С. О.</i> Аналіз застосування роботизованих систем для гасіння пожеж	144
<i>Пустовіт М. О., Придаток К. Ю., Потапенко А. В.</i> Застосування методу клітинних автоматів для моделювання поширення пожежі в приміщенні	146
<i>Сировий В. В., Остапов К. М.</i> Пожежогасіння за допомогою установки автономного гасіння гелеутворюючими складами АУТГОС-М	148
<i>Сізіков О. О., Ніжник В. В., Балло Я. В., Довгошеєва Н. М., Голікова С. Ю.</i> Вплив модифікувальних добавок до води на ефективність системи пожежогасіння	150
<i>Снісаренко А. Г.</i> Комплектування аварійно-рятувальної техніки з використанням „м'яких” обчислень	152

<i>Стась С. В., Колесніков Д. В., Колесніков Є. Д.</i> Підвищення ефективності пожежно-рятувальної техніки за рахунок сучасних способів генерації водяних потоків	153
<i>Стась С. В., Гнатів Р. М., Мельник Є. В.</i> Врахування стисливості рідини за неусталеної течії в напірних трубопроводах систем пожежогасіння	154
<i>Суриков А. В.</i> Исследование временных параметров срабатывания автоматических установок пожаротушения с вакуумным заполнением распределительной сети	156
<i>Суриков А. В., Горовых О. Г.</i> К вопросу защиты элементов автоматических установок водяного пожаротушения от коррозии	158
<i>Тимошенко О. М., Борис О. П., Скоробагатько Т. М., Бенедюк В. С., Стилик І. Г.</i> Експериментальне обладнання для визначення світлотехнічних характеристик джерел світла індивідуальних пожежних ліхтарів та інших засобів світлового орієнтування (зсо) рятувальників в умовах пожежі	160
<i>Tkachuk R. L., Havrys A. P.</i> Using of Unmanned Aerial Vehicles of Foreign Production for Civil Protection	162
<i>Фещенко А. Б., Загора О. В., Селеєнко Є. Є.</i> Влияние достаточности комплекта запасных технических средств на коэффициент готовности аппаратуры оперативной диспетчерской связи	163

### **Секція № 3. Фізико-хімічні процеси, чинники їх виникнення та моделювання в умовах пожеж і надзвичайних ситуацій**

<i>Антошкин А.А.</i> , Формализация задачи оптимизации размещения пожарных извещателей с использованием аппарата РНІ-функций	165
<i>Бабич В.Е., Кузей А.М.</i> Анализ опасных явлений при пожарах в закрытых помещениях	166
<i>Басманов О.С., Кулик Я.С.</i> Експериментальна перевірка моделі нагріву резервуару від пожежі розливу горючої рідини	168
<i>Бедзай А.О., Щербина О.М., Ємельяненк С.О.</i> Виявлення і кількісне визначення пожежонебезпечних токсичних речовин сучасними методами аналізу в біологічних рідинах організму	170
<i>Березовський А.І., Тараненко І.С., Пінчук О. В., Криса А. Ф.</i> Визначення адгезійної міцності вогнезахисних вібростійких покриттів	170
<i>Беліков А. С., Борсук О. В., Тарасов С. С., Маладика І. Г.</i> Перспективи підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій	171
<i>Богданова В. В., Бурая О. Н.</i> Оценка защитных свойств композиционных покрытий при действии краткосрочного высокоэнергетического источника	173
<i>Богданова В.В., Кобец О.И., Бурая О.Н., Иванов И.Ю.</i> Разработка и исследование теплозащитных свойств термовспенивающихся композиционных материалов для вкладышей противопожарных муфт	174
<i>Богданова В.В., Кобец О.И.</i> Огнезащитно-огнетушащий состав комплексного действия «Комплексил» для борьбы с лесными и торфяными пожарами	176
<i>Бородіна О.Р., Алексєєва О.С.</i> Основні положення пожежної та техногенної безпеки	177
<i>Володіна В.В., Алексєєва О. С.</i> Основні причини трагічних наслідків під час пожеж у будівлях небезпечної поверховості	178
<i>Васильченко А.В.</i> Оценка толщины огнезащитного покрытия для железобетонных плит перекрытия	179
<i>Войтович Т.М.</i> Дослідження впливу інгібіторів на зниження корозійної активності робочих розчинів піноутворювачів	181
<i>Волосач А.В.</i> Визуально наблюдаемые изменения ячеистого бетона подвергнутого термическому воздействию	182
<i>Добростан О.В., Самченко Т.В., Долишній Ю.В., Некрутенко К.О.</i> Щодо розроблення національного стандарту на заміну ГОСТ 12.1.044-89	184
<i>Дуреев В.А.</i> Математическая модель чувствительного элемента теплового пожарного извещателя с термистором	185
<i>Елизаров А.В.</i> Оценка состояния людей в горящем помещении	187
<i>Загора О.В., Селеєнко Є.Є., Фещенко А.Б.</i> Програмний комплекс розрахунку емс рез у районі надзвичайної ситуації	189
<i>Ілляченко П.О., Гордєєв М.Д., Зазимко О.В.</i> Експериментальні дослідження параметрів полумєневих джерел запалювання потужністю 50 Вт та 500 Вт	191
<i>Кашанкова В.В., Иванов Ю.С.</i> Аналитический обзор исследований по изучению защитных свойств шлемов	193
<i>Климась Р.В., Одинець А.В., Матвійчук Д.Я.</i> Обґрунтування технічних вимог на розроблення програмного забезпечення для ведення статистичного обліку пожеж	194

<i>Ковальов А.І., Зобенко Н.В., Ведула С.А.</i> Точність визначення теплофізичних характеристик вогнезахисних покриттів сталевих конструкцій	196
<i>Костенко В.К.</i> Оперативний прогноз теплового навантаження на рятувальників при горінні нафтопродуктів у резервуарах	197
<i>Костенко В. К., Костенко Т. В., Майборода А. О., Ткаченко Я. С.</i> Дослідження процесів переносу в протитепловому костюмі з відбором тепла	199
<i>Корнієнко О.В., Копильний М.І., Харченко В.І., Гудович О.Д.</i> Результати досліджень з визначення строку придатності просочувальних вогнебіозахисних речовин для деревини «АЛАНА» та «ECOSEPT 450-1»	200
<i>Коцуба А.В.</i> Многослойные экранирующие покрытия наносимые на дымовой пожарной извещатель	202
<i>Крижанівська К. В., Алексеева О. С.</i> Аварійно-рятувальні та інших невідкладні роботи під час повеней, катастрофічних затоплень та правила саморятування які повинні знати кожна людина	204
<i>Кузик А. Д., Товарянський В. І.</i> Пожежонебезпечні властивості хвойної підстилки соснових молодняків	206
<i>Лозинський Р.Я.</i> Застосування числового методу для розрахунку температурного поля при нестационарній теплопередачі	207
<i>Мигаленко К. И., Нуянзин В. М., Рожко В. О., Соломенная О. А.</i> Разработка методики прогнозирования загрязнения внешней среды продуктами горения торфа	209
<i>Маглевая Т. В., Володина В. В.</i> Повышение эффективности противоэпидемических мероприятий, в зоне чрезвычайных ситуаций, с применением реагента «АКВАТОН-10»	210
<i>Маглевая Т. В., Ножко И. О., Лукашенко Л. А., Андрианова Е. Б., Бискулова С. А.</i> Исследование Свойств Химически модифицированной древесины методом инфракрасной спектроскопии с Фурье преобразованием	212
<i>Маладика І.Г., Шкарабура І.М.</i> Особливості проведення обстежень сталевих конструкцій будівель після пожежі	213
<i>Малашенко С.М., Смиловенко О.О.</i> Минимизация времени тушения пожара в резервуаре подслоинным способом	215
<i>Мельниченко О. А.</i> Особливості евакуації людей з палаючих будівель	217
<i>Нуянзин А. М., Кришталь Н. А., Кришталь Д. О.</i> Определение несущей способности железобетонных стен методом конечных элементов	219
<i>Нуянзін О. М., Поздєєв С. В.</i> Моделювання факелу полум'я при пожежі у ферментаторі	220
<i>Нуянзін О. М., Сідней С. О., Березовський О. І.</i> Дослідження впливу дизайну камер вогневих печей на адекватність результатів випробувань стін на вогнестійкість	222
<i>Нестеренко А. А., Нестеренко О. Б.</i> Детонація в газопроводах	223
<i>Новак С.В., Круковський П.Г., Поклонський В. Г., Фесенко О. А., Байтала Х.З.,</i> Розрахунок вогнестійкості сталеві балки в умовах вогневого впливу за стандартним температурним режимом	224
<i>Новошицький О. Є.</i> Математична модель для дослідження процесів наведення потенціалів в результаті грозорозряду	226
<i>Огурцов С.Ю., Семичаевский С.В.</i> Обоснование исходных данных для моделирования процессов горения турбинного масла	227
<i>Покалюк В. М., Романов О. Г., Салі В. В., Носов А. С.</i> Декомпозиція екстремальних мікрокліматичних умов професійної діяльності рятувальників	229
<i>Пархоменко В.-П.О., Лавренюк О.І., Михалічко Б.М.</i> Фізико-хімічні передумови зниження пожежної небезпеки епоксіамінних композицій, модифікованих хелатними купрокомплексами	231
<i>Перетятко Б.М.,</i> Методи й оцінка випробувань вогнетривких розчинів в дерев'яному домобудуванні	232
<i>Піндер В.Ф., Попович В.В.,</i> Особливості термічних режимів у породних відвалах вугільних шахт	234
<i>Рагимов С.Ю.</i> Оценка эффективности работы огнезащитных покрытий	235
<i>Руденко Д.В.</i> Аналіз сучасних мобільних роботизованих засобів для гасіння пожеж	236
<i>Рудешко І.В., Цинкуш О. С.</i> Ефективність застосування гіпсокартонних листів в якості вогнезахисту для металевих конструкцій	238
<i>Светличная С.Д.</i> Моделирование чрезвычайной ситуации, связанной с разливом быстро испаряющейся жидкости	239
<i>Семерак М.М. Харішин Д.В. Некора О.В.</i> Температурні напруження в двохшарових трубобетонних колонах	240
<i>Семерак М. М., Михайлишин М. Р.</i> Математичне моделювання пожежі в резервуарному парку за умов розливу нафтопродуктів	242
<i>Сизиков А.С., Беляев Ю.В., Цикман И.М.</i> О разработке комплекса для измерений двунаправленных спектрополяризационных коэффициентов отражения природных и искусственных объектов	244



<i>Скоробагатько Т.М., Огурцов С.Ю., Стилик І.Г, Бенедюк В.С.</i> Особливості параметрів горіння біодизельного палива та його сумішей з дизельним паливом	245
<i>Умеренкова К.Р.</i> Прогнозирование теплофизических свойств огнетушащих веществ	247
<i>Уханський Р.В., Черкас С.В., Лясковський В.А., Щєблiкiн А.О.</i> Деякі проблеми забезпечення пожежної безпеки під час проектування та реконструкції будівель цивільного призначення	249
<i>Цвиркун С.В.</i> Моделирование противодымной защиты лестничной клетки	251
<i>Чернуха А.А., Абрамов В.С.</i> Исследование эффективности огнезащитных средств, в зависимости от различных пород древесины	253
<i>Чернуха А.А., Ерѣменко В.И.</i> Сравнительный анализ ингибирующей составляющей огнезащитного действия ксерогелевого покрытия и действия пропитывающего огнезащитного средства для древесины	254
<i>Шавель Ю.И., Казябо В.А., Гончаров И.Н.</i> Сложности маневрирования пожарной аварийно-спасательной техники в условиях городов с плотной застройкой	255
<i>Шевєрєв Є.Ю., Рогова С.А., Поворознюк Н.А.</i> Застосування можливостей Wiki-технологій для створення електронної довідниково-інформаційної бази укрдiцз щодо обліку випробувального обладнання, засобів вимірювальної техніки та термінів їх метрологічної атестації, перевірки та калібрування	258

#### **Секція № 4. Методи та засоби навчання як елементи системи забезпечення техногенної та пожежної безпеки.**

<i>Акулич Т.А.</i> Интерактивные методы обучения в системе повышения квалификации работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям	260
<i>Анохин А.В., Лилак А.М., Матияш В.В.</i> Формат команды в деятельности пожарных-спасателей	261
<i>Анциак М., Крисински С.</i> Организация акции химико-экологической спасательной службы в Республике Польша	263
<i>Бабич В.Е.</i> Применение активных средств контроля при проведении занятий с пожарными	267
<i>Барджадзе Р.В., Данилова Т. О.</i> Потенціал комп'ютерних ігор в Україні для розвитку логічного мислення студентів	268
<i>Білека А.А., Журбинська І. Д.</i> Екологічне врядування в умовах змін та перетворень: проблеми організації та правового забезпечення	270
<i>Блохин В.Н.</i> Возможности преодоления и ликвидации последствий катаас трофы на Чернобыльской АЭС	272
<i>Борисенко Н. М., Чмельова Л.Д.</i> Організація самостійної роботи в мнз і-ii рівнів акредитації напрями вдосконалення й оптимізації	273
<i>Глазирiн І. Д., Глазирiна В. М., Юрчук І. О.</i> Адаптація психофізіологічних функцій курсантів та студентів різних вищих навчальних закладів у процесі навчальної діяльності	275
<i>Гнатенко Т. С.</i> Формування компетентностей у майбутніх фармацевтів	276
<i>Горбаченко Ю.М.</i> Підбір кадрів на службу для органів управління та підрозділів ДСНС України	278
<i>Дулгерова О.М.</i> Удосконалення механізмів впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у ДСНС України	278
<i>Дурсєв В.О.</i> Електронний тренажер для вивчення роботи приймального приладу контрольного пожежного	281
<i>Казаков Б.В.</i> Использование в образовательном процес се тематической дискуссии	283
<i>Карабин О.О., Кусій М.І., Чмир О.Ю.</i> Про струкурунну стійкість функцій, як ключове поняття теорії катастроф	285
<i>Климась Р.В.</i> Правові основи ведення державного статистичного обліку пожеж в Україні та неузгодженість правових норм	287
<i>Ковалєвська Т.М.</i> Принципи правового виховання в системі ДСНС України	289
<i>Кропивницький В.С., Кравченко Р.І., Папуша Р.Г.; Гулик Ю.Б.</i> Удосконалення нормативно-правової бази у сфері технічного регулювання засобів цивільного та протипожежного захисту	290
<i>Кучеренко С.М., Кучеренко Н.С.</i> Психологічне забезпечення службової підготовки майбутніх офіцерів технічного профілю як елемент системи техногенної та пожежної безпеки	292
<i>Логвиненко В.М.</i> Внутрішня готовність фахівця цивільного захисту до виконання професійного обов'язку	294
<i>Маковчик А.В.</i> Хронологические рамки исследования проблемы становления и развития педагогической системы подготовки кадров для пожарно-спасательной службы Беларуси	294
<i>Мельник О. Г., Мельник Р.П., Томенко К. В., Музиченко В. І.</i> Необхідність впровадження віртуальних технологій в навчальний процес підготовки фахівців ДСНС України	296

<i>Мохнар Л.І., Фомич М.В.</i> , Роль викладача вищої школи у вихованні культури міжособистісної взаємодії курсантів ВНЗ ДСНС України	297
<i>Неклонський І.М.</i> Модель діяльності системи цивільного захисту в різних режимах функціонування	298
<i>Неменуца С.М.</i> Методи навчання з пожежної безпеки бакалаврів туристичного бізнесу на кафедрі БЖД ОНАХТ	300
<i>Ненько Ю.П.</i> Professionally oriented communication during training as a condition of forming cadets' readiness to professionally oriented communicative activity	301
<i>Новак О.В.</i> Использование новых форм и методов обучения для организации контролируемой самостоятельной работы слушателей	302
<i>Обрусна С.Ю.</i> Окремі проблеми викладання правових дисциплін для неюридичних спеціальностей	303
<i>Одинець А.В., Несенюк Л.П.</i> основні зміни до керівних документів, що регламентують діяльність, пов'язану з обліком пожеж в Україні	304
<i>Острроверх О.О.</i> Щодо створення інтегрованої автоматизованої системи державного нагляду (контролю)	306
<i>Пасинчук К.М., Таран Є.О.</i> Деякі проблеми забезпечення якості вищої професійної освіти в системі ДСНС України	308
<i>Пыханов В.В.</i> Тренажер для подготовки спасателей к ликвидации чрезвычайных ситуаций в коммунальных системах жизнеобеспечения	309
<i>Сергієнко Н. П.</i> Вплив стресогенних факторів на успішність навчання курсантів НУЦЗУ	311
<i>Симинский Д.Л., Тихонович В.М.</i> Безопасная организация спасательных систем при обучении спасателя	313
<i>Симинский Д.Л., Тихонович В.М.</i> О совершенствовании системы подготовки авиаперсонала к проведению аварийно-спасательных работ на воздушных судах	314
<i>Собина В.О., Борисова Л.В.</i> Інформаційна безпека підрозділу ДСНС України	315
<i>Спіркіна О.О.</i> Навчання іноземних мов у вищих навчальних закладах системи ДСНС України як засіб міжкультурного спілкування у сфері професійної діяльності	317
<i>Усов Д.В.</i> Забезпечення інформаційної безпеки як елемент формування інформаційної культури працівника ДСНС України	319
<i>Ушакова І.М., Байбак А.О.</i> Психологічна підготовка курсантів до роботи в осередку надзвичайних ситуацій	320
<i>Федорчук-Мороз В.І., Вісин О.О.</i> Особливості вивчення дисципліни «Пожежна безпека виробництв» у Луцькому НТУ	321
<i>Чубіна А. С.</i> Децентралізація та її наслідки для пожежної охорони: досвід Німеччини	323
<i>Шевченко Р.І.</i> Аналіз результатів експериментальних досліджень функціональної стійкості окремих груп менеджменту з організації та управління у сфері цивільного захисту	325

## **Секція № 1. Реагування на надзвичайні ситуації, пожежі та ліквідація їх наслідків**

*В. Г. Аветісян, к. т. н., доцент, доцент кафедри ПТтаАПП,  
Національний університет цивільного захисту України*

### **ДІЇ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ ПРИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОДАХ**

Аналіз ситуацій, які довелося вирішувати рятувальникам при вилученні постраждалих в ДТП [1], показав, що для них було характерно нанесення шкоди первинними факторами (затискання постраждалих елементами конструкції автомобіля, потрапляння осколків скла на відкриті ділянки тіла, виникнення загоряння внаслідок зіткнення). І вторинними, які теоретично можуть, але не завжди відбуваються під час проведення аварійно-рятувальних робіт (несанкціоноване спрацювання подушок безпеки, рух транспортного засобу, негативний вплив небезпечних факторів пожежі і некваліфікована перша долікарська медична допомога). Задля мінімізації наслідків впливу перелічених факторів потрібно вживати додаткових заходів, зокрема необхідності дотримання рятувальниками наступних принципів проведення рятувальних робіт:

- принцип «ключова фігура» полягає в тому, що метою проведення будь-яких рятувальних робіт є надання допомоги постраждалому (постраждалим). Всі дії рятувальників організуються і проводяться таким чином, щоб стан постраждалого не погіршувався, стабілізувався. Відповідно до цього принципу керівник рятувального підрозділу має погоджувати всі свої дії з рятування постраждалого (постраждалих) з медичними працівниками;

- принцип «комплексна безпека» полягає у виконанні комплексу заходів, які попереджують небезпечний розвиток ситуації під час проведення аварійно-рятувальних робіт. Відповідно до цього принципу керівник рятувального підрозділу має забезпечити: безпеку місця пригоди (ДТП); безпеку постраждалого; безпеку рятувальників.

Проведені дослідження по фактам рятувальних робіт при ДТП [1] показали, що найбільш доцільним є застосування наступного алгоритму рятувальних робіт: проведення розвідки місця ДТП; усунення небезпечних факторів на місці проведення робіт; локалізація розвитку небезпеки; стабілізація транспортних засобів з якими будуть проводитися роботи; медична стабілізація стану постраждалого (постраждалих); організація взаємодії та інформування служб; деблокування (звільнення) постраждалого (постраждалих) з транспортних засобів; транспортування постраждалих до пункту надання допомоги (автомобіля швидкої допомоги).

Необхідною умовою ефективності рятувальних робіт є максимальне розбирання пошкодженого автомобіля для забезпечення доступу до потерпілого, тобто звільнення навколо нього простору, необхідного для надання першої медичної допомоги, фіксація потерпілого без його додаткового переміщення і вилучення постраждалого з автомобіля. При цьому для легкового, вантажного автомобілів та автобусів виконуються наступні основні операції [2]:

- організація зони оточення, позначення її світловідбиваючими конусами або миготливими ліхтарями;

- установка засобів гасіння пожежі поблизу робочої зони в зручному місці;
- стабілізація пошкодженого автомобіля;
- відключення акумулятора;
- відключення систем повітряних подушок і ременів безпеки, що не спрацювали;
- забезпечення захисту постраждалого від осколків (скла, пластику і т. п.), уламків пошкодженого корпусу автомобіля, інструментів;

- зняття залишкового напруги в деформованому кузові аварійного автомобіля шляхом перерізання однієї зі стійок або силового елемента кузова з таким розрахунком, щоб переміщення, викликані перекусом, були спрямовані в бік зменшення затиснення потерпілого, тобто перший кус робиться з боку удару;

- деблокування постраждалого;
- надання потерпілому першої медичної допомоги;
- фіксація постраждалого;
- вилучення постраждалого з пошкодженого автомобіля..

Встановлено [3], що для постраждалих, які отримали критичні пошкодження шанси на виживання падають на 10 відсотків за кожні 10 хвилин затримки. Тому основним фактором, який впливає на успішне проведення рятувальних робіт є час початку надання медичної допомоги постраждалим. Враховуючи міжнародний досвід пропонується у склад рятувального підрозділу на аварійно-рятувальному автомобілі (АРА) включити особу (медичного працівника), яка має знання та можливості надання першої медичної допомоги постраждалим. В коло обов'язків якій пропонується включити наступне: надання першої медичної допомоги постраждалому (постраждалим); захист постраждалого (постраждалих) від вражаючих факторів; допомога при

вилученні постраждалого з автомобіля, знаходженні поруч з постраждалим від початку робіт до моменту передачі його лікарям швидкої допомоги. У разі наявності на місці ДТП декількох постраждалих, виникає необхідність медичного сортування, тобто визначення черговості надання невідкладної допомоги. Якщо у складі рятувального підрозділу відсутня особа, яка може правильно визначити ступінь пошкодження та первинний діагноз постраждалому, то в даному випадку є ризик не надання своєчасної допомоги постраждалим, що може привести до літального кінця.

Для забезпечення безпеки при проведенні рятувальних робіт потрібно враховувати конструктивні особливості сучасних автомобілів такі як: місця розташування елементів посилення кузова, місця розташування пускових пристроїв подушок безпеки; місця розташування джерел електричного живлення та прокладання електричних мереж в електромобілях; наявність ємностей під тиском в автомобілях з газовим та гібридним приводом.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ю.О. Куліш Організація аварійно-рятувальних робіт при дорожньо-транспортних пригодах: Практичний посібник. – Харків 2009, с. 79.
2. Ульф Бьёрнстиг, Рольф Нурдх, Ивонн Несман. Спасательные работы при масштабных автобусных авариях. - Университет Умео, г. Умео Швеция, 2006 с. 73.
3. Брендон Моррис Холматро техника спсения из автомобилей [www.holmatro.com](http://www.holmatro.com), с. 98.

*В. М. Баланюк, к. т. н., доц., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

#### ТЕРНАРНІ ВОГНЕГАСНІ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ УДАРНИХ ХВИЛЬ

Відомо, що найчастіше ударні хвилі застосовують для гасіння лісових та степових пожеж [1-3], а також газонафтових фонтанів [4]. Ударна хвиля (УХ) дає змогу ефективно і швидко гасити пожежі в будь-якому положенні вогнища горіння і забезпечує сильну вогнегасну миттєву дію (час гасіння становить до 500 мс), на відміну від води, порошоків, газів і аерозолів, для початку вогнегасної дії яких необхідний певний час (до декількох хвилин) для досягнення мінімальної вогнегасної концентрації. Аналіз літературних джерел показав, що ударні і звукові хвилі давно використовуються в пожежогасінні. Вивченням дії ударних хвиль при гасінні лісових пожеж займалися автори робіт [5, 6]. Загальним результатом цих робіт є те, що вплив на полум'я потужної УХ з позиції гасіння є ефективним і може призвести до повного загасання полум'я за умови концентрації енергії УХ у зазначеному секторі і її достатньої потужності.

Останнім часом, з'явився ряд публікацій, в яких пропонується для досягнення швидкого гасіння пожеж у важкодоступних місцях, а також пожеж горючих рідин розлитих у приміщеннях, використовувати комбіновані вогнегасні системи, які складаються з об'ємної вогнегасної речовини ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ) або вогнегасного аерозолу в середовищі яких на полум'я діють ударні хвилі, що забезпечують значне підвищення ефективності гасіння [7, 8].

Що стосується їх індивідуальних вогнегасних концентрацій, то відомо, що вогнегасна концентрація газів, становить близько 22 % для  $\text{CO}_2$  і 33 % – для  $\text{N}_2$  під час об'ємного гасіння н-гептану [9]. Для вогнегасного аерозолу це значення становить близько 25 г/м<sup>3</sup>, для більшості горючих вуглеводневих рідин. Для створення вогнегасної концентрації газів  $\text{CO}_2$  та  $\text{N}_2$  потрібна досить велика кількість резервуарів для їх зберігання, а це призводить до значного здорожчання самої установки і її монтажу, та як правило потребує окремих приміщень, і значних додаткових витрат. При цьому, гасіння і флегматизація забезпечується тільки завдяки заповненню об'єму та тепловідведенню тепла з полум'я газами-флегматизаторами і при більш низьких концентраціях гасіння неможливо.

Як вказується вище, значно підвищити ефективність об'ємного гасіння можна впливом одинарних, або серій ударних хвиль на дифузійне полум'я в середовищі засобів об'ємного гасіння.

Так в роботі [10] визначена залежність ефективності гасіння серіями ударних хвиль, відповідно до їх тиску та частоти проходження через полум'я в діапазоні від 1 до 30 Гц. В цій же роботі [10] експериментально встановлено, що дія серій з 3-х ударних хвиль з тиском у фронті близько 172 Па в діапазоні частот 8 – 12 Гц є найбільш вогнегасно ефективною в умовах експериментальної камери. В роботі [8] теоретично обґрунтована і експериментально підтверджена можливість значного підвищення вогнегасної ефективності газів  $\text{CO}_2$  і  $\text{N}_2$  ударною хвилею на прикладі гасіння дифузійного полум'я н-гептану в камері на відстані до 2-х метрів. При цьому експериментально визначено, що вогнегасна концентрація зменшується в 2,5 раза для  $\text{CO}_2$  і в 2 рази – для  $\text{N}_2$  при потужності ударної хвилі в 180 Па для дифузійного полум'я н-гептану. Також встановлено, що загальним результатом дії ударної хвилі та вогнегасної газу буде значне зменшення часу гасіння дифузійного полум'я н-гептану, і у випадку з  $\text{CO}_2$  зменшення становить до 7 разів, а для  $\text{N}_2$  - до 4,2 раза, порівнянно з часом гасіння самої ударною хвилею, який становить близько 350 мілісекунд. У роботі, [11] встановлено, що дія ударних хвиль з частотою 10 Гц на полум'я зменшує мінімальну вогнегасну концентрацію  $\text{CO}_2$  до 4,8% об. та  $\text{N}_2$  – до 10,2% об. при потужності УХ близько 170 Па. У цій же роботі [11] обґрунтовано, що дія газових

вогнегасних речовин при впливі серій УХ володіє комплексною синергічною дією, що проявляється у зменшенні об'ємної вогнегасної концентрації  $\text{CO}_2$  та  $\text{N}_2$  до 66% від її вихідного значення.

Виходячи з аналізу зазначених переваг комбінованого застосування об'ємної вогнегасної речовини та ударних хвиль, було проведено серію експериментів щодо визначення вогнегасної ефективності суміші газової речовини з вогнегасним аерозолем при дії на дифузійне полум'я в їх середовищі серій ударних хвиль з частотою близько 10 Гц. При цьому було отримано результати, які вказують на значне підвищення вогнегасної ефективності отриманої вже тернарної вогнегасної системи.

Отримані аналітичні та експериментальні результати наведені в таблиці 1.

Табл.1. Вогнегасна ефективність бінарних сумішей вогнегасного аерозолю з газами  $\text{CO}_2$  та  $\text{N}_2$  при дії ударних хвиль

Вплив УХ (одинарна, серії)	Тиск в фронті УХ Па	$\text{CO}_2$ %	$\text{N}_2$ %	Аеро золь
одинарна УХ	240	4,9	-	5,6
одинарна УХ	240	-	8,2	6,8
серії УХ (10 Гц)	240	3,5		2,8
серії УХ (10 Гц)	240		5,3	4,1

Як видно з результатів експерименту, при дії УХ на полум'я в середовищі бінарної суміші вогнегасних газів та аерозолю відбувається значне зниження їх вогнегасної концентрації. Щодо механізму гасіння, то на рис.1 наведена розкадровка процесу гасіння тернарною системою з параметрами серія з 3-х УХ 240 Па (10 Гц), аерозоль –  $4,8 \text{ г/м}^3$ ,  $\text{CO}_2$  – 5,6 Друга УХ (200мс) приводить до більшого відриву полум'я, але не гасіння. Остаточний етап тоді починає фрагментуватись та гасне на 55 мс після проходження останньої УХ. Розкадровка отриманих значень показана на рис.1.

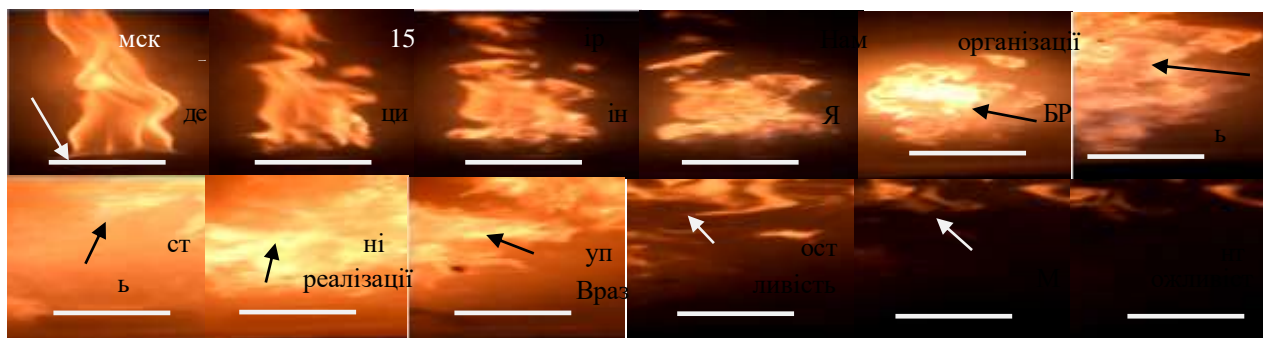


Рисунок 1. Розкадровка процесу гасіння тернарною системою серія 3-х УХ (10 Гц), аерозоль –  $4,8 \text{ г/м}^3$ ,  $\text{CO}_2$ –5,6 %. Час гасіння 55 мс

Таким чином, вплив ударних хвиль на дифузійне полум'я в середовищі бінарної суміші газів  $\text{CO}_2$  ( $\text{N}_2$ ) та аерозолю, значно збільшує їх сумарну вогнегасну ефективність. Запропонований спосіб може застосовуватись для гасіння пожеж рідин в розливі та на відкритому просторі, в резервуарах, а також пожеж в важкодоступних місцях з наявністю великої кількості комунікацій та перешкод і т.д. При цьому, буде досягатись додатковий вогнегасний ефект при поширенні та відбитті УХ від перешкод всередині захищаного об'єму, що приводитиме до ефективного гасіння у всіх ділянках важкодоступного об'єму. Крім цього, застосування такого способу гасіння значно скорочує час гасіння – як основний критерій ефективності та не потребує підготовки та значних матеріальних витрат на гасіння.

Отже тернарні вогнегасні системи, які представляють собою суміші вогнегасного аерозолю та газів  $\text{CO}_2$  та  $\text{N}_2$  під дією серій ударних хвиль, є новим способом, який забезпечує високу швидкість та ефективність гасіння існуючими засобами об'ємного пожежогасіння пожеж класів А, В, С, Е, що супроводжуються гомогенним дифузійним та кінетичним горінням.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Grishin A. (1993) Interaction of shockwaves with tree crowns and the front of crown forest fires. Shockwaves @ Marseille III, Shockwaves in condensed matter and heterogeneous media, Editors Brun & Dumitrescu, Springer.
2. Grishin, A.M., Perminov, V.A., (1998), Combustion, Explosion, and Shock Waves, 34, 4, pp.378-386.
3. Grishin, A.M., Golovanov, A.N., (2001), Combustion, Explosion, and Shock Waves, 37, 5, pp.558-562. ).

4. Sovremennye tekhnolohyyi kombynyrovannoho tushenyia pozharov hazovykh, hazoneftianykh y neftianykh fontanov / Hruzdev A.H., Kaidalov V.V., Osypkov V. N., Oryonov Yu.Э., Strelets A.V., Yashnev Yu.Y. // Pozharnaia bezopasnost: sb. nauchn. dokl. – 2011. – №3. – S. 84-88.
5. Курбатский Н.П., Валендик С.Н. Локализация лесных пожаров накладными шнуровыми зарядами. – Красноярск: Изд-во «Красноярский рабочий» 1970. – С. 320-332.
6. Рева Г.В. Метод оцінки інтенсивності дії ударної хвилі направленої вибуху для гасіння лісових пожеж / Г.В. Рева, Л.М.Куценко // – X: ХІПБ, 1998. – 80 с.
7. Balanyuk V.M. Extinguishment of n-heptane diffusion flames with the shock wave / V. M. Balanyuk. – BiTP, 2016. – Vol. 42, Issue 2. – P. 103-111. DOI: 10.12845/bitp.42.2.2016.10.
8. Balanyuk V.M. Increasing the Effectiveness of Fire Extinguishing using a Gas Method which Applies a Shock Wave/ V. M. Balanyuk. – BiTP, 2016. – Vol. 43, Issue 3. – P. 81-94 DOI: 10.12845/bitp.43.3.2016.8
9. Sakei, R. Flame-extinguishing Concentrations of Halon Replacements for Flammable Liquids / R. Sakei, N. Saito, Y. Saso, Y. Ogawa, Y. Inoue // Report of Fire Research Institute of Japan. – 1995. – Vol. 80. – P. 36–42]
10. В.М. Баланюк, Пожежогасіння серіями ударних хвиль. «Проблеми пожежної безпеки» Сб. науч. Тр. – 2016 -№40. – С 26-34.
11. В.М. Баланюк. Комбіновані вогнегасні системи на основі ударної хвилі та газової об'ємної вогнегасної речовини // Пожежна безпека : зб. наук. пр. – 2016. –№29. – С. 6-12.

*В. Г. Борисенко, к. ф.-м. н., доцент, В. К Мунтян, к. т. н., доцент, І. О. Барабаш,  
Національний університет цивільного захисту України,  
В. П. Ворон, к. с.- г. н., с. н. с.,*

*Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького,  
О. М. Ткач, Рівненське обласне управління лісового та мисливського господарства*

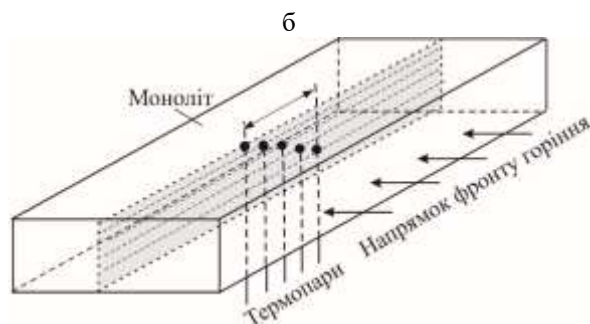
### ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГОРІННЯ ПІДСТИЛКИ СОСНОВИХ ЛІСІВ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

Як відомо, щорічно лісові пожежі в Україні завдають великих економічних і екологічних втрат лісовому фонду. Тому, найважливіше завдання – запобігти виникненню лісових пожеж, використовуючи ефективні методи і засоби боротьби з ними, вжити адекватні заходи для зменшення збитків від пожеж.

В більшості випадків об'єктом первинного горіння під час лісової пожежі є рослинний покрив і лісова підстилка. Роль саме лісової підстилки важлива як з екологічної, так і пірологічної точки зору. За різних умов вона може грати як позитивну, так і негативну роль. Зокрема, вона є лісовим паливним матеріалом (провідником горіння) і, за певних умов, визначає силу низової пожежі і її дію на біогеоценоз.

Режими горіння підстилково-гумусового шару лісу і їх вплив на температурний режим ґрунту вивчені недостатньо. Відомі поодинокі закордонні роботи [1-4], а інформація про проведення подібних досліджень в Україні взагалі відсутня.

На базі навчально-дослідницької лабораторії кафедри фізико-математичних дисциплін НУЦЗУ проведені дослідження режимів горіння лісової підстилки. Дослідні моноліти підстилки прямокутної форми розміром 20см×30см (рис.1а) були вирізані з природної лісової підстилки соснових насаджень ДП «Остківське ЛГ» Рівненського обласного управління лісового та мисливського господарства. В тіло моноліту встановлювались і фіксувались термопари, за допомогою яких проводилось вимірювання температури. Схема розміщення термопар відображена на рис.1б. Термопари через аналогово-цифровий перетворювач з'єднувались з комп'ютером, їх сигнал оброблявся програмою OWEN Process Manager, а результати вимірювань протягом експерименту контролювались візуально в табличному і графічному вигляді. Горіння зразків відбувалось в результаті примусового підпалу. Одержані в табличному вигляді результати оброблялись в системі EXEL.



**Рис. 1**

Типова залежність зміни температури підстилки за часом при проходженні фронту горіння показана на рис.2

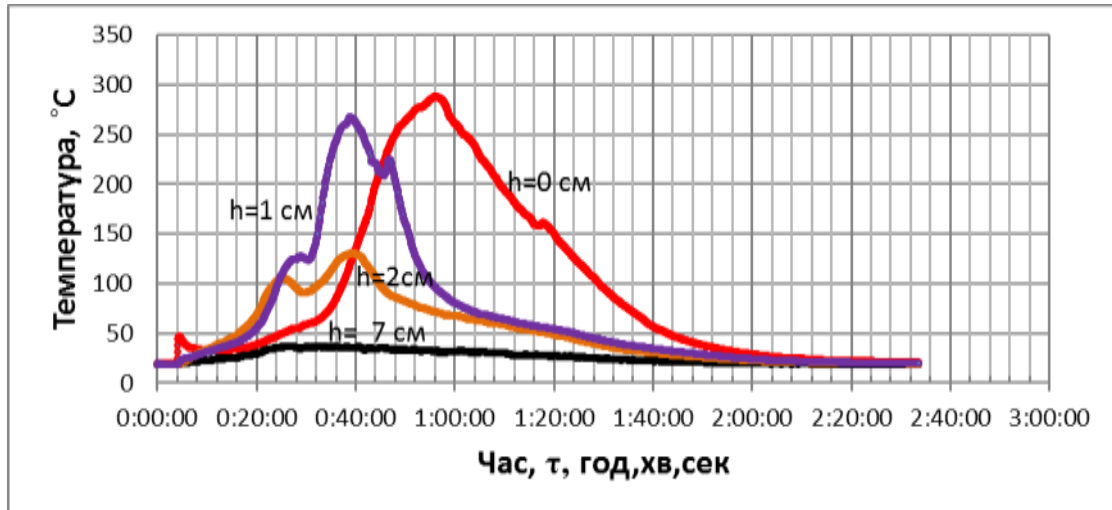


Рис.2

Були досліджені температурні режими горіння лісової підстилки із різних трофотопів (А і В) і гігротопів (сухі і абсолютно сухі). Зокрема встановлено, що режими горіння монолітів із трофотопу В характеризуються більш високими (на 50-100 °С) температурами ніж монолітів із трофотопу А. В той же час швидкість розповсюдження фронту горіння в монолітах із трофотопу В менша, внаслідок більшої щільності їх паливного матеріалу.

Виявлені особливості зміни температури в різних шарах лісової підстилки в повітряно-сухому і в абсолютно сухому стані при проходженні через них фронту горіння. Для повітряно-сухих монолітів підстилки із свіжого бору максимальна температура від нижніх до верхніх шарів змінювалась в інтервалі 131-295°С. Найменша вона була в нижньому муміфікованому (Н) і в середньому ферментативному (F) шарі підстилки. Температура горіння підстилки у монолітів в абсолютно-сухому стані значно зростає. Зокрема, температура горіння абсолютно сухих монолітів підстилки з сухого бору і свіжого субору змінювалась від 333 до 655°С. Найменша температура горіння зафіксована на глибині більше ніж 3 см в гуміфікованому шарі, а найвища - в ферментативному.

Порівняльний пошаровий аналіз температур горіння лісової підстилки свідчить, що загальною для більшості зразків є тенденція зменшення швидкості фронту при збільшенні глибини підстилки. Винятком є поверхня монолітів на якій, окрім горіння з виділенням тепла, відбувається і одночасне її охолодження конвективними потоками.

Якісно оцінений вплив вітру на зміну параметрів горіння. Зазначено, що посилення повітряних потоків призводить до ще більшого зростання температури і швидкості горіння підстилки. Це відбувається завдяки зростанню конвекції в поверхневих шарах підстилки і збільшення доступу кисню в її глибинні шари, що спричиняє більш інтенсивне горіння і підвищення температур в цих шарах.

Методика дослідження є перспективною, оскільки може бути використана для моделювання в умовах лабораторії не тільки підстилково-гумусових, а і степових та польових пожеж.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Краснощекова Е.Н., Косов И.В., Иванова Г.А. Воздействие высоких температур на микроантропоид почв при пожарах в лиственниках Нижнего Приангарья. Хвойные бореальные зоны, XXV, №3-4, 2008, С. 250-256.
2. Гришин А.М., Зима В.П. Об экспериментальном исследовании низовых лесных пожаров в лабораторных условиях //Тез. междунар. совещания -семинара: Сопряженные задачи физической механики и экология. Томск,1994.
3. Волокитина А.В. Экспериментальное изучение мтенсивности горения напочвенного покрова//В кн. Горение и пожары в лесу:Тез.докл. и общ. первого Всес.научн.-техн.совещ.Красноярск,22-24 нояб. 1978. Красноярск. Институт леса и древесины,1978.- С.91-93.
4. Busse M.D., Hubbert K.R., Fiddler G.O., Shestak C.J., Powers R.F. Lethal soil temperatures during burning of nasticated forest residues. International Journal of Wildland Fire.14,2005, p. 267-276.

## ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОПЕРАТИВНОГО РОЗГОРТАННЯ ОСОБОВОГО СКЛАДУ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОГО АВТОМОБІЛЯ ПРИ РЯТУВАННІ ПОСТРАЖДАЛОГО З КОЛЕКТОРУ

В доповіді пропонується імітаційна модель оперативного розгортання особового складу аварійно-рятувального автомобіля при рятуванні постраждалого з колектору, з використанням мережевої моделі. Імітаційна модель представлена на рисунку 1. Початком є команда старшого начальника «Постраждалого з колектора – рятувати!», закінчується модель подією «Збирання спорядження».

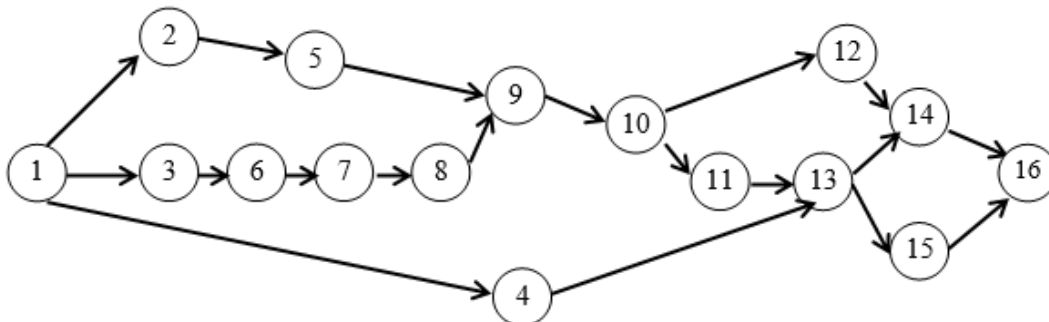


Рис.1. Імітаційна модель оперативного розгортання особового складу аварійно-рятувального автомобіля при рятуванні постраждалого з колектору.

Дослідження даного процесу проводилися під час занять з пожежно-рятувальної підготовки з курсантами НУЦЗ України, де були встановлені мінімальні  $t_{\min i}$  та максимальні  $t_{\max i}$  значення часу виконання окремих дій. Математичне очікування було розраховано

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

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

Використавши отримані результати, були розраховані [2] основні параметри мережевої моделі.

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

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

$$\bar{t}(L_{\text{кр}}) = \sum \bar{t}_{i \text{кр}} = 2244 \text{ с}, \quad (3)$$

$$\sigma^2(L_{\text{кр}}) = \sum \sigma_i^2 = 5600 \text{ с}^2 \quad (4)$$

Середньоквадратичне відхилення критичного шляху буде дорівнюватися  $\sigma(L_{\text{кр}}) = 71 \text{ с}$ .

Критичним в імітаційній моделі оперативного розгортання особового складу аварійно-рятувального автомобіля при рятуванні постраждалого з колектору буде другий шлях – дії другого номера, тобто на ньому буде найбільша затримка часу. Тому для підвищення ефективності розглянутого оперативного розгортання необхідно по-перше другим номером ставити найбільш підготовленого рятувальника, який вдосконало вміє працювати з засобами захисту органів дихання та з індивідуальними страхувальними системами; по-друге номеру один та номеру три максимально допомагати першому номеру виконувати його дії.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Бородич П.Ю. Імітаційне моделювання рятування постраждалого з приміщення з використанням нош рятувальних вогнезахисних / П.Ю. Бородич, Р.В. Пономаренко, П.А. Ковальов // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. НУЦЗ України. – вип. 22. – Харків: НУЦЗУ, 2015. с 8-13. Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol22/Borodich.pdf>

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



### РОЗРОБКА НОРМАТИВУ ОПЕРАТИВНОГО РОЗГОРТАННЯ ОСОБОВОГО СКЛАДУ АВТОМОБІЛЮ ПОЖЕЖНОГО ПЕРШОЇ ДОПОМОГИ З УСТАНОВКОЮ ТРИНОГИ НА КОЛОДЯЗЬ ТА СПУСКОМ В НЬОГО

В доповіді вирішується задача по розробці науково обґрунтованих нормативів оперативного розгортання особового складу автомобілю пожежного першої допомоги з установкою триноги на колодязь та спуском в нього [1]. Розробка нормативів має у своїй основі порівняння результатів одного випробуваного з результатами інших випробуваних. Порівняльні норми можуть бути побудовані за допомогою віднесення відповідного відсотка розглянутого особового складу до нормативу, що йому посильний.

Процес оперативного розгортання особового складу автомобілю пожежного першої допомоги з установкою триноги на колодязь та спуском в нього містить досить велику кількість різноманітних операцій, що підлягають виконанню, відповідно до центральної граничної теореми можна вважати, що закон розподілу часу оперативного розгортання буде нормальним незалежно від закону розподілу часу виконання окремих операцій [2]. Використовуючи значення зворотної функції  $\Phi^{-1}$  стандартного нормального розподілу, шукані оцінки часу рятування можуть бути визначені як [2]

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

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

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

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

$G$  середньоквадратичне відхилення, с;

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

Для визначення середньозважених оцінок відповідних часток можливих результатів був використаний метод експертної оцінки. В якості експертів виступили викладачі Національного університету цивільного захисту України та співробітники оперативно-координаційного центру Головного управління ДСНС у Харківській області. Їм було запропоновано надати відповідну частку усіх можливих результатів, віднесених, відповідно (як це прийнято в оперативно-рятувальній службі в даний час), до оцінки «відмінно», «добре», «задовільно» або «незадовільно». В той же час, експертні оцінки характеризуються тим, що думки конкретних експертів можуть суттєво відрізнятися між собою. Щоб зменшити вплив некомпетентних експертів на підсумкову оцінку, яка і буде використовуватись для визначення частки результатів, що відповідають конкретній оцінці нормативу, пропонується метод визначення усередненої оцінки експертів, в основі якого лежить середньозважене значення тих оцінок, які надали експерти.

В основі розрахунку вагового коефіцієнта конкретного експерта лежить розрахунок суми квадратів відхилень запропонованих ним значень від середніх значень, отриманих в результаті аналізу всіх результатів ваговий коефіцієнт вище в того експерта, у якого результати менше відрізняються від відповідних середніх значень.

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

За аналогією з підходом, викладеним в [3,4], де для оцінки середньозваженого часу виконання даної операції використовуються вагові коефіцієнти експертів, що спираються на оцінки дисперсій часу її виконання, обробку результатів експертного опитування було проведено в наступній послідовності.

Розрахунок величин середньої оцінки, яку пропонується виділити для оцінки  $j$ -ї частки всіх можливих результатів виконання нормативу:

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

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

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

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

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

Оцінки, які надали експерти наведені в таблиці 1.

**Таблиця 1. Експертні оцінки часток всіх можливих результатів виконання нормативу та їх аналіз**

Оцінка	Експерт					$\bar{P}_j$
	1	2	3	4	5	
5	0,2	0,15	0,25	0,2	0,3	0,22
4	0,35	0,35	0,4	0,45	0,3	0,37
3	0,25	0,35	0,25	0,25	0,3	0,28
2	0,2	0,15	0,1	0,1	0,1	0,13
$S_i$	0,0066	0,0106	0,0036	0,0086	0,0126	
$\frac{1}{S_i}$	151,5152	94,33962	277,7778	116,2791	79,36508	
$q_i$	0,210649	0,131159	0,38619	0,161661	0,11034	
Оцінка	Експерт					$\tilde{P}_j$
5	0,042	0,02	0,097	0,032	0,033	
4	0,074	0,046	0,154	0,073	0,033	0,38
3	0,053	0,046	0,097	0,04	0,033	0,269
2	0,042	0,02	0,039	0,016	0,011	0,128

$$t_5 = 209,5 + 9,6 \cdot \Phi^{-1}(0,224) = 202,2 \text{ с;}$$

$$t_4 = 209,5 + 9,6 \cdot \Phi^{-1}(0,38 + 0,224) = 212,1 \text{ с;}$$

$$t_3 = 209,5 + 9,6 \cdot \Phi^{-1}(0,269 + 0,38 + 0,224) = 220,5 \text{ с.}$$

Використовуючи підходи, що запропоновані в [5] були розроблені нормативи рятування постраждалого з приміщення з використанням нош рятувальних вогнезахисних:

$$t_5 = 200 \text{ с;}$$

$$t_4 = 210 \text{ с;}$$

$$t_3 = 220 \text{ с.}$$

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бородич П.Ю., Ковальов П.А., Поляков І.О. Імітаційне моделювання оперативного розгортання особового складу автомобілю пожежного першої допомоги установкою триноги на колодязь та спуском в нього. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: НУЦЗ України. 2014. Випуск 20. С. 28-32. Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol20/borodich.pdf>
2. Стрелец В.М., Ковалев П.А., Нередков Р.А. Закономерности использования аварийно-спасательной техники Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: НУЦЗ України. 2008. Випуск 6. С. 127-132.
3. Бородич П.Ю., Ковальов П.А., Пономаренко Р.В. Розробка нормативу рятування постраждалого з приміщення з використанням нош рятувальних вогнезахисних. Проблеми пожежної безпеки. Харків: НУЦЗ України. 2016. Випуск 39. С. 44-48. Режим доступу: [http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol39/Borodich\\_Kovalov.pdf](http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol39/Borodich_Kovalov.pdf)
4. Стрелец В.М., Лобойченко В.М. Оцінка фільтрувальних протигазів-саморятівників за результатами полігонних випробувань Проблеми пожежної безпеки. Харків: НУЦЗ України. 2013. Випуск 33. С. 175-182. Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol33/srelec.pdf>
5. Заціорский В.М. Основы спортивной метрологии / В.М. Заціорский // Учеб. для ин-тов физ. культ. - М.: Физкультура и спорт, 1982. 256 с.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОИСКА И СПАСАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ, ПОТЕРПЕВШИХ БЕДСТВИЕ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Согласно отчету Межгосударственного авиационного комитета (МАК), в гражданской авиации стран-участников соглашения за 2016 год произошли 63 происшествия, в их числе 28 авиакатастроф, в которых погибли 74 человека. В коммерческой авиации произошли 28 авиационных инцидентов, среди которых 11 катастроф, унесших жизни 44 человек. В авиации общего назначения — 35 происшествий, из них 17 катастроф, в которых погибли 30 человек [1].

По предварительной оценке, в минувшем году авиационные происшествия, обусловленные «человеческим фактором», составили около 94% от общего числа происшествий. Среди причин инцидентов в воздухе были выявлены те же факторы, что и ранее, связанные с ошибочными и неграмотными действиями экипажа при пилотировании, потерей контроля за пространственным положением воздушного судна при попадании в метеословия, не соответствующие правилам визуальных полетов и так далее. Кроме того, по данным МАК, в авиации общего назначения продолжают эксплуатироваться воздушные суда без сертификата или с просроченным сертификатом летной годности. При этом отмечается, что контроль за поддержанием летной годности воздушных судов неэффективен и недостаточен.

Одной из проблем в спасении пострадавших в авиационных происшествиях является несвоевременное обнаружение и прибытие поисково-спасательных подразделений на место крушения воздушного судна.

Воздушным судном, потерпевшим бедствие, признается воздушное судно, разрушенное или получившее повреждение при рулении, взлете, полете или посадке, а также воздушное судно, осуществившее вынужденную посадку вне аэродрома (вертодрома), посадочной площадки. Воздушное судно, терпящее или потерпевшее бедствие (за исключением беспилотного летательного аппарата), подлежит немедленному поиску и спасанию [2].

В соответствии с нормативными правовыми актами [3,4], координация, организация и проведение мероприятий по поиску и спасанию пассажиров и экипажей воздушных судов, терпящих или потерпевших бедствие на территории Республики Беларусь возложены на ГААСУ «АВИАЦИЯ» МЧС Беларуси, которое через РЦУРЧС могут привлекать наземные силы и средства органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям, а также другие республиканские органы государственного управления и организации.

Основополагающим международным правовым актом, устанавливающим международные принципы и условия в области использования гражданской авиации, является Конвенция о международной гражданской авиации. Все руководящие документы и действия сил и средств по поиску и спасанию в Республике Беларусь не противоречат международным документам и рекомендуемой практикой ИКАО.

В [5] определяется порядок организации и проведения поиска и спасания пассажиров и экипажей воздушных судов, терпящих или потерпевших бедствие на территории Республики Беларусь, порядок организации взаимодействия сил и средств органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, привлекаемых к проведению поисковых и аварийно-спасательных работ, и подготовки работников, привлекаемых к поиску и спасанию. Для поиска и спасания организуется дежурство сил и средств ГААСУ «АВИАЦИЯ» в составе: координационный центр поиска и спасания ГААСУ «АВИАЦИЯ» (далее - КЦПС) с соответствующими средствами электросвязи; оперативно-дежурная служба; поисково-спасательное воздушное судно и экипажа; спасательная парашютно-десантная группа; наземная поисково-спасательная команда; сокращенная группа руководства полетами и средств наземного обеспечения полетов.

При проведении поисковых и аварийно-спасательных работ (поисково-спасательная операция) (далее - ПиАСР) дополнительно задействуются: дежурные смены РЦУРЧС, ЦОУ территориальных органов по чрезвычайным ситуациям, силы и средства ОПЧС Республики Беларусь. Для проведения поисковых работ могут привлекаться беспилотные авиационные комплексы ОПЧС.

Руководство ПиАСР осуществляется начальником ГААСУ «АВИАЦИЯ», который является руководителем ПиАСР. Для обеспечения руководства проведением ПиАСР решением начальника ГААСУ «АВИАЦИЯ» может создаваться оперативный штаб. Оперативное управление и информационное обеспечение поиска и спасания осуществляется КЦПС.

Координацию действий сил и средств поиска и спасания при проведении ПиАСР осуществляет начальник КЦПС, который выполняет функции координатора ПиАСР.

Непосредственное руководство ПиАСР на месте проведения операции осуществляет руководитель ликвидации ЧС (координатор на месте проведения операции) – старшее должностное лицо ОПЧС, прибывшее к месту проведения ПиАСР или назначенное координатором поисково-спасательной операции.

Для сравнения представим обязательные элементы поисково-спасательной операции (ПСО) в соответствии с требованиями ИКАО (таблица 1).

Для поиска и спасания определен район поиска и спасания – это зона определенных размеров, связанная с КЦПС, в пределах которой государство осуществляет поисково-спасательное обеспечение полетов.

Границы района поиска и спасания Республики Беларусь соответствуют границам Минского района полетной информации.

**Таблица 1 - Обязательные элементы поисково-спасательной операции (ПСО) в соответствии с требованиями ИКАО**

Элементы ПСО обязательные по требованиям ИКАО (его задачи)	Международное общепринятое обозначение (сокращение) поиска и спасания (SAR)
Координатор (должностное лицо, несущее полную ответственность за создание и обеспечение работы ПСО в государстве и за координацию планирования работы ПСО).	SC (высший уровень)
<i>Координационный комитет (служит для координации административных и оперативных вопросов ПСО, осуществляет планирование и контроль деятельности ПСО, обеспечивает взаимосвязь с аналогичными международными организациями, осуществляет надзор за выполнением плана развития ПСО, определяет пути повышения эффективности ПСО).</i>	SCC
Координационный центр (орган, несущий ответственность за оказание содействия эффективной организации ПСО и за координацию проведения поисково-спасательных операций в пределах района поиска и спасания).	RCC (средний уровень)
Поисково-спасательные команды (наземные и воздушные команды, укомплектованные обученным персоналом и оснащенные оборудованием, пригодным для быстрого проведения поисково-спасательных операций).	SRU (низший уровень)
Поисково-спасательное средство (любой подвижный ресурс (сухопутный, авиационный), включая назначенные поисково-спасательные команды, которое задействуется при проведении поисково-спасательных операций).	
Средства связи	-
Район поиска и спасания (зона определенных размеров, связанная с координационным центром поиска и спасания, в пределах которой обеспечиваются поисково-спасательные операции).	SRR

#### ЛИТЕРАТУРА

1. МАК: прошлый год стал рекордным по количеству авиапроисшествий [Электронный ресурс] // Sputnik Беларусь. Режим доступа : <https://sputnik.by/incidents/20170315/1027864155/2016-god-stal-rekordnym-po-kolichestvy-proishestviy-v-vozduhe.html>. - Дата доступа : 07.04.2017.
2. Воздушный кодекс Республики Беларусь [Электронный ресурс] : 16 мая 2006 г., № 117-3 : принят Палатой представителей 3 апр. 2006 г., одобрен Советом Респ. 24 апр. 2006 г. : в ред. Законов Респ. Беларусь от 21.10.2016 г. : с изм. от 24.10.2016 г. // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017.
3. Об утверждении Инструкции об организации поискового и аварийно-спасательного обеспечения полетов воздушных судов государственного авиационного аварийно-спасательного учреждения «АВИАЦИЯ» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь : приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 20 июня 2016 г., № 150. – Минск, 2016.
4. О поиске и спасании пассажиров и экипажей воздушных судов, терпящих или потерпевших бедствие на территории Республики Беларусь : указ Президента Республики Беларусь, 6 января 2012 г., № 18. – Минск 2012.
5. Об утверждении Инструкции об организации в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь поиска и спасания пассажиров и экипажей воздушных судов, терпящих или потерпевших бедствие на территории Республики Беларусь : приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 5 мая 2015 г., № 94. – Минск, 2015.

## **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ОСМОТРА МЕСТА ПОЖАРА РАБОТНИКАМИ ОРГАНОВ ДОЗНАНИЯ И СЛЕДСТВЕННОГО КОМИТЕТА**

Статистические данные свидетельствуют о том, что в последние годы в Беларуси, несмотря на общее снижение количества пожаров, сохраняется высокий уровень числа происходящих пожаров с человеческими жертвами и материальными потерями. Ежегодно в стране происходит свыше 5 тысяч пожаров, например в 2016 году по статистическим данным МЧС произошло 5644 пожара. Серьезной проблемой остаются вопросы, связанные с определением очага пожара и установлением причины пожара.

При расследовании пожаров перед следователем нередко встают вопросы, требующие пожарно-технических знаний. Для их разрешения чаще всего назначается пожарно-техническая экспертиза, которая должна ответить, в том числе, и на такие вопросы как: условие и время возникновения пожара; особенности развития горения во время пожара, последовательность распространения огня.

Осмотр места происшествия это одно из основных следственных действий, в том числе по делам связанным с пожарами: поскольку первые данные влияющих на расследование любого пожара о причинах пожара и виновных лицах можно получить именно в результате его проведения [1].

Как показывает практика при осмотре места пожара серьезные затруднения вызывает определение причины пожара и обстоятельств его возникновения. Кроме того, работниками органов дознания и следствия, при проведении осмотра неполно выясняются все обстоятельства пожара. Всё это приводит к тому, что расследование по делам о пожарах носит поверхностный характер. Кроме того, есть и другие причины отрицательно влияющие на качественный осмотр места. Следователь (лицо осуществляющее дознание) не всегда способен правильно определить границы осмотра места пожара, не нацелен на обнаружение и фиксацию признаков действия пожара, он их знает только в общем виде. Не всегда следователь (лицо осуществляющее дознание) опрашивает: участников тушения пожара, по поводу того какие они внесли изменения в обстановку места пожара [2].

Не редко происходит фотографирование объекта с нарушением правил криминалистической фотосъемки (фотоснимки малоинформативны отсутствует детальная фотосъемка). Низкий уровень взаимодействия ведомств и служб при расследовании пожаров. Не редко происходит проведение осмотров мест происшествия, в ходе которых не выявляются и не изымаются вещественные доказательства.

Полагаем, что устранение перечисленных недостатков встречаемых в ходе проведения осмотра места пожара следователями, не имеющим достаточно большого опыта, а также упорядочивание процесса их работы на месте происшествия, будет способствовать повышению качества расследования дел данной категории.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Осмотр места пожара: методическое пособие / И. Д. Чешко, Н. В. Юн, В. Г. Плотников и др. – М.: ВНИИПО, 2004-503 с.
2. Лебедев Н. Ю. Некоторые проблемные аспекты проведения осмотра места происшествия // В сборнике: Правовые проблемы укрепления российской государственности / Под редакцией С. А. Елисеева, М. К. Свиридова, Р. Л. Ахмедшина. Томск, 2009. С. 216–217.

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

## **АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ, ЩО СПРИЯЮТЬ ВИНИКНЕННЮ ТА РОЗПОВСЮДЖЕННЮ ПОЖЕЖІ НА МЕРЕЖАХ ГАЗОПОСТАЧАННЯ**

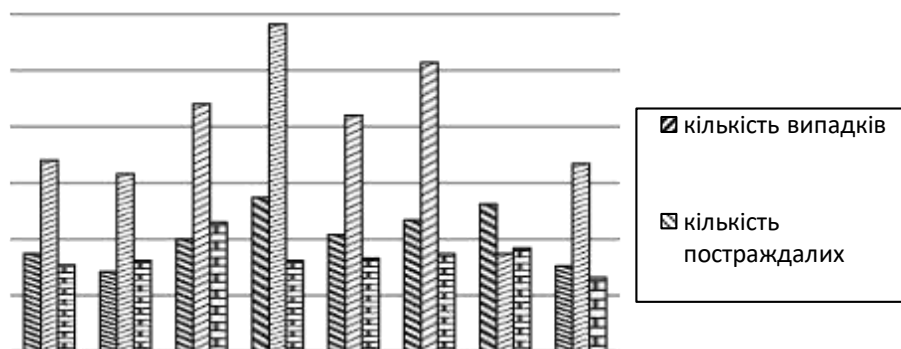
Газотранспортна система України складається з мережі газопроводів, загальна довжина яких сягає понад 38,5 тис. км. Значна протяжність та розгалуженість газових мереж сприяє виникненню надзвичайних ситуацій пов'язаних з витоком газу. Тому виникає необхідність заздалегідь визначити можливі небезпечні чинники та передбачити заходи по зменшенню їх негативного впливу на навколишнє середовище та людей.

Аварії на газопроводах можна поділити на дві групи:

– Техногенні. Їх спричиняють дефекти труб, помилки при монтажу, недотримання проектних рішень при прокладанні газопроводу, пошкодження під час земляних робіт. Зменшити імовірність виникнення цих факторів дозволяє суворе дотримання технологічної дисципліни, вчасне проведення контрольно-діагностичних та ремонтних заходів.

– Природні. До них призводить корозія різних видів, механічна дія ґрунтів внаслідок зсувів, землетрусів. Інтенсивність цих процесів характеризується регіональними особливостями території. Найбільш важливі з них – температура і вологість ґрунту, на які впливають характеристики ґрунту та особливості рельєфу.

Аналіз аварій на розподільних газопроводах показав, що в 68 % випадках на них відбувається виток газу, в 20 % випадках - виток газу з подальшим займанням. В 12 % випадках причиною вибуху в житлових будинках є газ, який потрапляє в підвальні приміщення через підземні комунікації. Динаміка кількості випадків викиду газу та постраждалих від нього в побуті наведена на рис. 1.



**Рис. 1. – Динаміка травматизму при використанні газу в побуті**

При розгерметизації газопроводу, що знаходиться за межами населеного пункту, найчастіше відбувається виділення природного газу в атмосферу з подальшим розсіянням. Потенційно небезпечним об'єктом газопроводу є його лінійна частина. Це пов'язано, в першу чергу, з її протяжністю. Своєчасне прогнозування параметрів небезпечних зон для населення і територій дозволяє зменшити негативний вплив газопроводу при аварії на ньому або розгерметизації. Для оцінки ризику виникнення аварій на магістральних газопроводах використовують картографічні та модельні методи.

Розвиток пожежі на газотранспортному об'єкті можна описати такою послідовністю: внаслідок аварії відбувається витік газу, це призводить до утворення хмари вибухонебезпечної суміші та при наявності джерела запалювання до її займання, виникає горіння газу. Під впливом полум'я технологічне обладнання нагрівається та руйнується. При аварії на технологічному обладнанні потрапляння газу з аварійної ділянки відбувається у вигляді конденсату або струменя газової суміші. Найбільшу небезпеку представляє рідка фаза. Вона поступає з отвору під великим тиском у вигляді струменя. В кінцевій частині струмінь розпоршується, випаровування стає більш інтенсивним. На випаровування струменя конденсату впливає надлишкова ентальпія, яка виникає при різкому зниженні тиску. Крім цього, свій вплив оказує тепло, що надходить ззовні. Такий процес супроводжується утворенням вибухонебезпечної газоповітряної суміші.

Якщо аварія відбулася в приміщенні, вибухонебезпечна концентрація газу, в першу чергу, утворюється поблизу місця, де відбувся витік. Потім вона поширюється по всьому приміщенню. Якщо витік відбувся на відкритому майданчику, то недалеко від нього виникає зона загазованості, яка з часом розповсюджується по території об'єкта. На її величину впливають багато факторів: метеорологічні умови, витрата газу, напрям струменя та його форма, рельєф місцевості. Великий вплив оказує сила та напрям вітру.

При руйнуваннях магістральних ділянок газопроводу в атмосферу потрапляє значний об'єм газу. Якщо є вогонь, він призводить до запалювання газової хмари. Джерелом запалювання може стати займання пірофорних відкладень від працюючих двигунів внутрішнього згорання, відкритий вогонь, електричні і механічні іскри, розряди статичної електрики та газові. Коли газова хмара згорить, тоді горіння залишається в місці витіку газу. Форма та витрата газового струменя безпосередньо впливають на розмір і форму факела полум'я. Якщо відбувся розрив трубопроводу, то факел приймає витягнуту форму, а при порушенні цілісності з'єднання на фланці – форму віяла. На розмір факела полум'я більш всього впливає витрата газу. Крім цього, при горінні струменю чітко прослуховується характерний звук.

В цілому травматизм при аваріях на розподільних газопроводах найчастіше спостерігається при вибуху в приміщенні, в цьому випадку травмуються люди, що знаходяться всередині. Потерпілих при інших варіантах аварійних ситуацій зафіксовано менше. Проходження трас розподільних газопроводів по заселених територіях, відсутність огорожі охоронних зон, з одного боку, підвищують імовірність аварій на газопроводах в результаті антропогенних дій (наприклад, пошкодження землерийною технікою) та виникнення прямого збитку (загибелі людей, втрати майна) у разі аварії, а з іншого боку – збільшують імовірність виявлення пошкодженої ділянки.

Незважаючи на різноманітність інформації про аварії та надзвичайні ситуації на об'єктах системи газопостачання, аналіз і обробка даних дозволяють комплексно оцінити стан промислової безпеки підприємства та надійності постачання споживачів, виявити вузькі місця, провести моніторинг стану газового комплексу, зіставляючи їх за рівнем надійності і промислової безпеки. Це надає змогу обґрунтувати рішення та запланувати заходи щодо підвищення надійності та безпеки всіх елементів системи газопостачання.

## **ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ҐРУНТУ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ**

Пожежі, як найбільш поширені аварійні ситуації, супроводжується не тільки забрудненням навколишнього середовища токсичними і шкідливими продуктами горіння, а й емісією речовин, які можуть використовуватись в пожежогасінні.

Ефективність боротьби з пожежами значною мірою залежить від якості вогнегасних речовин та технологій їх застосування. Одним із найшвидших і дієвих способів пожеж на початкових стадіях є застосування систем пінного пожежогасіння. Пінне пожежогасіння з використання піноутворювачів широко застосовують для захисту від пожеж об'єктів різного функціонального призначення [1].

В Україні піноутворювачі для гасіння пожеж умовно поділяють на піноутворювачі загального та спеціального призначення. Також існують піноутворювачі, що використовуються в особливих випадках (для гасіння лісових пожеж, для використання в системах пінного пожежогасіння типу "CAFS" (compressed air foam system), проведення навчань [2].

Особливого занепокоєння, останнім часом, викликає зростання кількості пожеж у природних екологічних системах.

До пожеж у природних екосистемах відносять лісові та торф'яні пожежі, пожежі на відкритих територіях (ландшафтні, степові), а також пожежі на сільськогосподарських угіддях (полях зернових і технічних культур тощо) [3].

Проблема збереження лісів від вогню останніми роками набула особливої гостроти у зв'язку з підвищенням температури повітря, відсутністю опадів та сильними вітрами [3].

Дослідження порівняння результатів гасіння лісової пожежі за допомогою води, повітряно-механічної піни та газонаповненої піни, показують, що застосування газонаповненої піни для гасіння лісових пожеж дає змогу зменшити час гасіння, об'єм води на гасіння, а також зменшити швидкість поширення полум'я завдяки забезпечення вогнезахисту [4].

За таких ситуацій, пов'язаних із використанням піноутворювачів для гасіння пожеж в лісових екосистемах, постає проблема екологічної небезпеки ґрунту. Небезпечний вплив пожежної піни на ґрунт обумовлений тим, що під час гасіння вона руйнується, а розчини піноутворювачів у більшості випадків потрапляють у ґрунт.

Відомо, що токсикологічні властивості піноутворювачів визначаються відповідними властивостями їх компонентів, зазвичай визначну роль відіграють ПАР [2].

ПАР - це речовини, синтезовані на білковій або синтетичній основі вуглеводнів або фторвуглеводнів шляхом приєднання до них гідрофільної групи, що підвищує їх розчинність у воді; вони знижують поверхневий натяг води на межі з повітрям і забезпечують еластичність водних плівок протягом усього часу існування [5].

За природою поверхнево - активної речовини піноутворювачів поділяються на протеїнові (білкові), синтетичні вуглеводневі, фторвмісні.

Окремі складові піноутворювачів можуть чинити значний токсичний вплив на найважливіші життєві функції всіх класів живих організмів. Попадання детергентів на покриття тіла живих організмів, викликає денатурацію білків, знижує їх бар'єрні властивості і збільшує проникність для активних речовин, в тому числі і тих, що входять до складу піноутворювача [6].

За здатністю до розкладання під впливом мікрофлори водоймищ і ґрунтів піноутворювачі поділяють на біологічно "жорсткі" (біологічна здатність до розкладання менше ніж 80 %) і біологічно "м'які" (біологічна здатність до розкладання більше ніж 80 %) [2].

Отже, локалізація та ліквідація пожеж у природних екосистемах з використанням піноутворювачів може негативно вплинути на стан екологічної безпеки ґрунту. Для вивчення даної проблеми необхідно провести детальні дослідження стосовно впливу різних розчинів піноутворювачів на рослини, мезофауну та мікроорганізми ґрунту.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Державний центр сертифікації ДСНС України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dcs.mns.gov.ua/content/2016.html>.
2. Піноутворювачі для гасіння пожеж. - Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/.../Піноутворювачі\\_для\\_гасіння](https://uk.wikipedia.org/.../Піноутворювачі_для_гасіння)
3. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.mns.gov.ua/content/annual\\_report\\_2014.html](http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2014.html)
4. Титаренко А.В. Газонаповнена піна - ефективний засіб пожежогасіння лісових пожеж / А.В. Титаренко // Науковий вісник НЛТУ України. - 2015. - Вип. 25.9. - С. 246-250.
5. Шароварников А.Ф. Противопожарные пены. Состав, свойства, применение / А.Ф. Шароварников. – М.: Знак – 2000. – 464 с.
6. Остроумов С.А. Биологические эффекты при воздействии поверхностно-активных веществ на организмы / С.А. Остроумов – М.: МАКС-Пресс. – 2001. – 334 с.

## **ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ АВРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ ПРИ ЕВАКУАЦІЇ ПОТЕРПІЛИХ З ВИСОТНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СПЕЦІАЛЬНОГО ОСНАЩЕННЯ**

Аварійно-рятувальні роботи на висотних цивільних і промислових об'єктах виконуються в наступних випадках:

1. При руйнування об'єктів, викликаних землетрусами, вибухами, саморуйнуванням та ін.
2. При повені, затопленні.
3. При пожежах.

При виникненні надзвичайної ситуації на об'єктах, де виникає потреба евакуації постраждалих з висоти і при цьому відсутня можливість використовувати спеціальну техніку, проводиться евакуація з використанням спеціального оснащення.

### **Спуск постраждалих.**

В якості спускового пристрою при спуску зверху зручно використовувати пристрій «Petzl-stop». Воно дозволяє проводити спуск цілої групи людей, що важливо при проведенні евакуації з висоти на об'єктах з масовим перебуванням людей. Схема організації такого спуску показана на рис. 4.18. Потрібно відзначити, що при таких масових рятувальних роботах бажано мати і дві рятувальні косинки, в які по черзі сідають потерпілі, що евакуюються. При спуску потрібно стежити за швидкістю спуску, яка не повинна призводити до перегріву спускового пристрою і оплавлення мотузки. При використанні такого методу під час пожежі виникає питання щодо сумісності легкоплавкої синтетичної мотузки і вогню. Випробування показали, що при постійному поливанні мотузки водою вона не встигає оплавитися.

### **Використання канатної дороги при евакуації постраждалих.**

Канатна дорога організовується з легким нахилом в бік «переправи». Діаметр канату дороги не менше 8 мм. На канат одягається система, яка дозволяє, з одного боку, забезпечити сам рух по цій дорозі, а з іншого боку – в потрібному місці зупинитися, зафіксувати зупинку, спуститися вниз до потерпілого, піднятися разом з ним і «іхати» далі. Рятувальник і потерпілий при такій схемі підвішуються на основній мотузці. Система являє собою два з'єднаних між собою блочка. Один з них надівається на канат дороги, а через другий пропускається основна мотузка. Крім того, потрібен затискач для мотузки, наприклад «жюмар». Для переміщення по дорозі на основну мотузку потрібно надіти «жюмар», після чого помічники починають перетягувати рятувальника через провал. В точці, де потрібно зупинитися, рятувальник одягає затиск тросовий і знімає «жюмар». Помічники за допомогою спускового пристрою опускають його вниз, де він надає допомогу і прикріплює до себе потерпілого. Після цього помічники витягують обох наверх.

Коли до потерпілого доведеться підлізти знизу, можна використовувати його ж спускову мотузку. Піднявшись по ній на затисках, рятувальник встібается в спусковий пристрій потерпілого, забезпечує з допомогою схоплюючого вузла додаткову самостраховку собі й йому на страхувальній мотузці, фіксує спускову мотузку в спусковому пристрої (якщо вона незафіксована) і обрізає петлю, на якій завис потерпілий. Після цього можна почати спуск, знявши, звичайно, попередньо з мотузки затискачі. Звільнивши постраждалого від зависання і надавши йому першу долікарську допомогу, потрібно доставити його на землю, до машини швидкої допомоги.

### **Спуск постраждалого з супроводжуючим.**

Коли потрібно ще таке переміщення, вони обидва підвішуються незалежно один від одного в карабін на кінці спускового канату. Постражданий підвішується на мотузці постійної довжини (близько 1 м), а рятувальник робить собі рухому систему, схожу на поліспасть. Довжина цього поліспасти фіксується вузлом «стремено». Потерпілого, крім того, потрібно огородити від звалювання зі спини рятувальника вбік. Для цього застосовується окрема петля. Кількість спускових мотузок при будь-яких спусках визначається правилом: кожній людині по мотузці (потерпілий + рятівник – дві мотузки, потерпілий + 2 супроводжуючих – три. При складних травмах може виникнути необхідність спуску постраждалого лежачи на ношах. А для цього потрібні самі ноші, яких

### **Спуск постраждалого на рятувальних ношах.**

Найпростіші носилки можна зв'язати і самостійно. Якщо ж під рукою є санітарні носилки, то після деяких маніпуляцій можна використовувати і їх. Маніпуляція полягає в тому, що потрібно зробити розпірки, які запобігають складанню нош, і систему ув'язки з обов'язковим підв'язуванням середини. Постражданий повинен бути прив'язаний до нош, як і в попередньому випадку, і застрахований карабінами до спускового канату. Після того як він пов'язаний, можна організувати спуск. При спуску з супроводжуючим останній зазвичай прив'язується відразу карабінами до нош. Система прив'язування, як і при спуску сидячи, може бути або фіксованою, або регульованою по висоті. Другий випадок може виявитися дуже актуальним при спусках по складному рельєфу (відвіси, балкони, складні металокопункції), коли є небезпека заклинювання нош і може виникнути необхідність підлізти під носилки, щоб їх звільнити. У будь-якому разі краще, якщо носилки будуть знаходитися дуже високо по відношенню до рятувальника ніж занадто низько.



При спуску потерпілого рятувальники нагорі повинні стежити, щоб швидкість не була надто великою. По перше, щоб не перегрівати спусковий пристрій, а по друге, при спуску з супроводжуючим швидкий спуск просто небезпечний для нього і, відповідно, для потерпілого. При спусках на велику глибину для взаємної корекції роботи слід використовувати радіостанції. Одна повинна бути нагорі, на станції спуску (місце організації спуску альпіністи називають «станцією»), друга з супроводжуючим, третя – у коригувальника, який бачить всю трасу спуску і може коригувати процес з боку.

Таким чином можна проводити роботи по проведенню евакуації постраждалих з травмами різного характеру з висотних об'єктів, маючи на озброєнні спеціальне обладнання без застосування спеціальної техніки.

## ЛІТЕРАТУРА

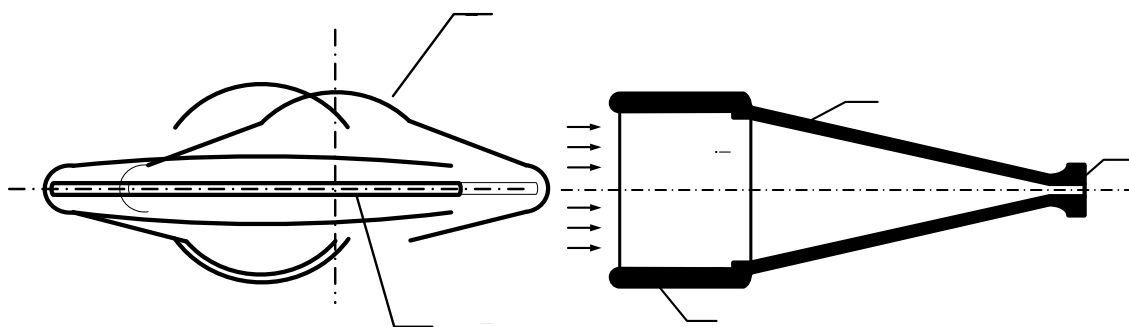
1. Справочник спасателя. Книга 12. Высотные аварийно-спасательные работы на гражданских и промышленных объектах. - М., ФЦ ВНИИ ГОЧС, 2006. – 160 с.

*Ю. Ю. Дендаренко, к. т. н., доц., О. Д. Блащук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,  
Ю. М. Сенчихін, к. т. н., професор, К. М. Остапов,  
Національний університет цивільного захисту України*

## ВПЛИВ ГІДРАВЛІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПЛОСКОРАДІАЛЬНОГО ВОДЯНОГО СТРУМЕНЯ-ЕКРАНА НА ЙОГО НЕРОЗРИВНІСТЬ

Як показали досліди, віяловий плоскорадіальний водяний струмінь, так само як і компактний водяний струмінь з круглим перерізом, що витікає з циліндричного насадка на стволі в атмосферу, має три характерні частини: компакту, роздроблену і краплинну.

Нерозривність або суцільність потоку забезпечується тільки в компактній частині струменя. У роздробленій частині струменя відбувається його розрив на великі водяні фрагменти, суцільність струменя порушується і струмінь розширюється. У краплинній частині струменя водяний потік складається з безлічі крапель і струмінь вже представляє краплинно-водяний факел. Така характерна трансформація струменя розглядається в гідравліці [1]. На рис. 1. представлено насадок на пожежний лафетний ствол для створення плоскорадіального водяного струменя-екрана [3].



**Рисунок 1. Насадок на пожежний лафетний ствол для створення плоскорадіального водяного струменя-екрана:**

- 1 – приймальний циліндричний отвір насадка;**
- 2 – радіальний щілинний отвір для створення плоскорадіального водяного струменя-екрана;**
- 3 – конічний корпус насадка для формування плоскорадіального водяного струменя-екрана;**
- 4 – вхідний отвір насадка та напрям руху водяного потоку.**

Причиною такої трансформації водяних струменів у повітрі є порушення стійкості руху струменя в результаті дії сил інерції і гнучких сил. Мізерно малі збурювання на поверхні струменя при виході із сопла створюють поперечні коливання, що під дією сил поверхневого натягу і в'язких сил будуть збільшуватися. Цей факт і його фізична інтерпретація була встановлена Релем. У вільних водяних струменях, що витікають в атмосферу, діють обидва фактори, а в досвідах Сміта і Мооса встановлено, що для циліндричних струменів довжина безперервної ділянки пропорційна швидкості витікання [2]. Швидкість витікання  $V_0$  пов'язана з напором у насадку  $H_0$  відомим у гідравліці співвідношенням

$$V_0 = \varphi \sqrt{2gH_0} \quad (1.1)$$

де  $\varphi$  – емпіричний коефіцієнт швидкості.

Отже, довжина компактного струменя повинна бути пропорційної  $H_0^{1/2}$ .

Це співвідношення трохи відхиляється від формули Фрімана

$$H_K = H \cdot \left( 1 - a \cdot \frac{H_0}{d} \right) \quad (1.2)$$

і формули Люгера

$$H_K = \frac{H}{1 + b \cdot H_0} \quad (1.3)$$

для круглих струменів ( $a$  і  $b$  – емпіричні коефіцієнти).

Розглянемо плоскорадіальний в'язковий струмінь, що витікає вертикально вгору по осі  $Z$  зі щілинного насадка (рис. 1.) з кутом розкриття  $\alpha$ . В аналізі розмірностей будемо враховувати різну роль декартових координат, яка полягає в тому, що вертикальна координата  $Z$  співпадає з дією сили ваги. Тому у формулах розмірності будемо записувати розмірність об'єму як  $L_z L_x L_y$ , оскільки поперечний розмір щілинного отвору  $\delta$  має розмірність  $L_x$ , розмірність вертикальної швидкості буде  $L_z T^{-1}$ .

Визначимо залежність  $H_K$  для компактного вертикального струменя, враховуючи збурювання поверхні струменя і руйнування компактності дією поверхневого натягу. Значення  $H_K$  може залежати від розміру щілинного отвору  $\delta$ , густини рідини  $\rho$ , поверхневого натягу  $\sigma$  і початкової швидкості струменя  $V_0$ . Початковий напір  $H_0$  і прискорення сили ваги враховуються у відповідності з залежністю (1.1) через  $V_0$ . Нехай

$$H_K = \text{const} \cdot \rho^i \cdot \delta^j \cdot \sigma^k \cdot V^l \quad (1.4)$$

Дорівняємо показники ступенів при розмірностях  $H^k [L_Z]$ ,  $\rho [ML_Z^{-1}L_X^{-2}]$ ,  $\delta [L_X]$ ,  $\sigma [MT^{-2}]$ ,  $V [L_Z T^{-1}]$ , і одержимо систему рівнянь для визначення показників ступенів у (1.4) відповідно при  $L_Z, M, T, L_X$

$$\left. \begin{aligned} 1 &= -i + l \\ i + k &= 0 \\ -2k - l &= 0 \\ -2i + j &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (1.5)$$

з якої випливає, що  $i = 1$ ,  $j = 2$ ,  $k = -1$ ,  $l = 2$ .

Отже, метод розмірності при обліку фактору поверхневого натягу дає формулу

$$H_K = \text{const} \cdot \rho \cdot \delta^2 \cdot \sigma^{-1} \cdot V^2, \quad (1.6)$$

або

$$\frac{H_K}{\delta} = \text{const} \cdot \frac{\rho \cdot \delta}{\sigma} \cdot V^2 = \text{const} \cdot We, \quad (1.7)$$

де  $We = \frac{\rho \cdot \delta}{\sigma} \cdot V^2$  – число Вебера, що визначає дію сил поверхневого натягу.

Якщо враховувати дію на струмінь фактору поверхневого натягу, втрату компактності течії та руйнування сил в'язкості, то слід записати

$$H_K = \text{const} \cdot \rho^i \delta^j \mu^k V^l, \quad (1.8)$$

де  $\mu$  – динамічна в'язкість води.

У цьому випадку аналогічно попереднім методом розмірностей одержимо

$$H_K = \text{const} \cdot \rho \cdot \delta^2 \cdot \mu^{-1} \cdot V, \quad (1.9)$$

або

$$\frac{H_K}{\delta} = \text{const} \cdot \frac{\rho \cdot \delta \cdot V}{\mu} = \text{const} \cdot Re, \quad (1.10)$$

де  $Re = \frac{\rho \cdot \delta \cdot V}{\mu}$  – число Рейнольдса, що визначає дію сил в'язкості.

У дійсності на рух рідини будуть діяти як сила поверхневого натягу, так і сила в'язкості, залежності вигляду  $H_K / \delta = f(V)$  по формулах (1.7) і (1.9) є асимптотичними, тобто  $H_K / \delta = f(We, Re)$ . Фактично величина  $H_K / \delta$  буде залежати від  $v$  у ступені більшою за 1 та меншою за 2. Якщо врахувати, що швидкість на виході з насадка пов'язана з напором співвідношенням (1.1), то формулу (1.7) можна представити у вигляді

$$H_K = \text{const} \cdot \frac{\rho \cdot \delta}{\sigma} \cdot H_0, \quad (1.11)$$

а формулу (1.10) – у вигляді

$$H_K = \text{const} \cdot \frac{\rho \cdot \delta}{\mu} \cdot H_0^{1/2}, \quad (1.12)$$

Однак, одержати за цим способом теоретичну залежність з урахуванням одночасної дії сили поверхневого натягу і сили в'язкості на стійкість струменя на його межі «вода-повітря» не представляється можливим і необхідне використання експериментальних даних з урахуванням формул (1.11) і (1.12), що пропонується у вигляді

$$\frac{H_K}{\delta} = C_1 \cdot Re + C_2 \cdot We, \quad (1.13)$$

або у вигляді

$$\frac{H_K}{\delta} = C_3 \cdot \frac{\rho}{\mu} H_0^{1/2} + C_4 \cdot \frac{\rho}{\sigma} H_0, \quad (1.14)$$

де  $C_1, C_2, C_3, C_4$  – коефіцієнти, що визначають внесок діючих сил.

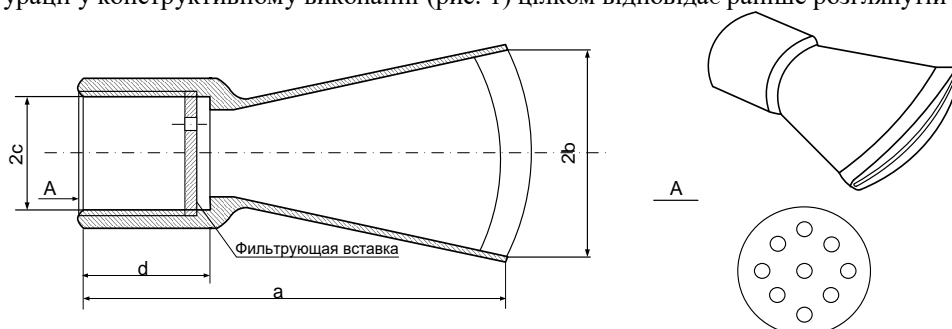
#### ЛІТЕРАТУРА

1. Чугаев Р.Р. Гидравлика. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982. – 672 с.
2. Курганов А.М., Федоров Н.Ф. Справочник по гидравлическим расчетам. Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1978. С. 179-183.
3. Дендаренко Ю.Ю. Радіальні водяні струмені-екрани для протипожежного захисту. Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.23.16 / Харківський держ. техн. ун-т буд. та архіт. – Харків. 2004. - 20 с.

*Ю. Ю. Дендаренко, к. т. н., доц., О. Д. Блащук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,  
Ю. М. Сенчихін, к. т. н., професор, К. М. Остапов,  
Національний університет цивільного захисту України*

#### УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ НАСАДКА НА ПОЖЕЖНИЙ ЛАФЕТНИЙ СТВОЛ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПЛОСКОРАДІАЛЬНОГО ВОДЯНОГО СТРУМЕНЯ-ЕКРАНА

При розв'язанні задачі розпилення вогнегасної речовини (ВР) насадком ствола-розпилювача установок АУТГОС и АУТГОС-II, [1] було розглянуто проблему, яка певною мірою відповідає задачам конструювання насадків на пожежні лафетні стволи, а також на стволи-розпилювачі установок типу «Тайфун», «IFEX» та ін. У зв'язку з цим звертає на себе увагу той факт, що одним з них передбачене безперервне подавання ВР в осередок пожежі, а іншим – імпульсне. Розроблений авторами згідно Патенту на винахід № 80884 насадок складної конфігурації у конструктивному виконанні (рис. 1) цілком відповідає раніше розглянутій схемі (рис. 2).



**Рисунок 1. Насадок на пожежний лафетний ствол для створення**

**плоскорадіального водяного струменя-екрана.**

Очевидна схожість схемних рішень (рис. 1; рис. 2) дозволяє математичну модель досліджень представити у класичному вигляді:

$$V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_x}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} - \gamma \Delta V_x = 0, \quad (1)$$

$$V_x \frac{\partial V_y}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} - \gamma \Delta V_y = 0,$$

$$\frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} = 0, \quad (2)$$

де (1) – рівняння Нав'є-Стокса [2], (2) – рівняння нерозривності руху потоку рідини,  $\rho$  – густина рідини,  $\gamma$  – кінематичний коефіцієнт в'язкості рідини.

Граничні умови формуються як умови прилипання часток рідини до твердої стінки (відсутність швидкості ковзання рідини по поверхні).

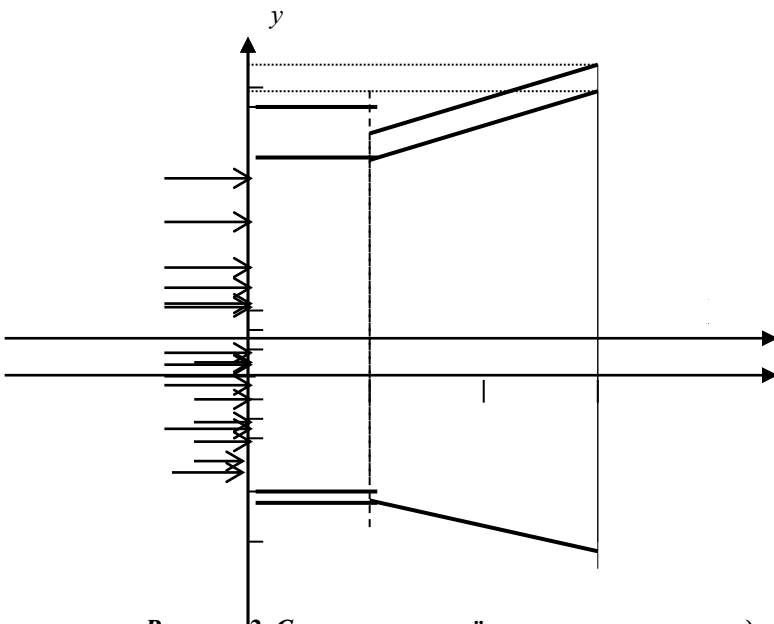
Віднімаючи (після диференціювання першого з рівняння (1) по  $y$ , а другого по  $x$ ) з першого друге

$$\begin{cases} V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_x}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} - \gamma \Delta V_x = 0; & \frac{\partial}{\partial y} \\ V_x \frac{\partial V_y}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} - \gamma \Delta V_y = 0; & \frac{\partial}{\partial x} \end{cases}$$

після виключення тиску  $P$ , маємо:

$$\begin{aligned} \frac{\partial V_x}{\partial y} \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_x \frac{\partial^2 V_x}{\partial x \partial y} + \frac{\partial V_y}{\partial y} \frac{\partial V_x}{\partial y} + V_y \frac{\partial^2 V_x}{\partial y^2} - \gamma \frac{\partial}{\partial y} \Delta V_x - \\ - \frac{\partial V_x}{\partial x} \frac{\partial V_y}{\partial x} - V_x \frac{\partial^2 V_y}{\partial x^2} - \frac{\partial V_y}{\partial x} \frac{\partial V_y}{\partial y} - V_y \frac{\partial^2 V_y}{\partial x \partial y} + \gamma \frac{\partial}{\partial x} \Delta V_y = 0. \end{aligned}$$

Після всіх перетворень вводимо функцію току  $V_x = \frac{\partial \Psi}{\partial y}$ ;  $V_y = -\frac{\partial \Psi}{\partial x}$  і тотожно задовольняємо рівнянню (2).



**Рисунок 2. Схема проточної частини каналу насадку на пожежний лафетний ствол для створення плоскорадіального водяного струменя-екрана.**

Очевидна схожість схемних рішень (рис. 1; рис. 2) дозволяє математичну модель досліджень представити у класичному вигляді:

$$V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_x}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} - \gamma \Delta V_x = 0, \quad (1)$$

$$V_x \frac{\partial V_y}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} - \gamma \Delta V_y = 0,$$

$$\frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} = 0, \quad (2)$$

де (1) – рівняння Нав'є-Стокса [2], (2) – рівняння нерозривності руху потоку рідини,  $\rho$  – густина рідики,  $\gamma$  – кінематичний коефіцієнт в'язкості рідини.

Граничні умови формулюються як умови прилипання часток рідини до твердої стінки (відсутність швидкості ковзання рідини по поверхні).

Віднімаючи (після диференціювання першого з рівняння (1) по  $y$ , а другого по  $x$ ) з першого друге

$$\begin{cases} V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_x}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} - \gamma \Delta V_x = 0; & \frac{\partial}{\partial y} \\ V_x \frac{\partial V_y}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} - \gamma \Delta V_y = 0; & \frac{\partial}{\partial x} \end{cases}$$

після виключення тиску  $P$ , маємо:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial V_x}{\partial y} \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_x \frac{\partial^2 V_x}{\partial x \partial y} + \frac{\partial V_y}{\partial y} \frac{\partial V_x}{\partial y} + V_y \frac{\partial^2 V_x}{\partial y^2} - \gamma \frac{\partial}{\partial y} \Delta V_x - \\ & - \frac{\partial V_x}{\partial x} \frac{\partial V_y}{\partial x} - V_x \frac{\partial^2 V_y}{\partial x^2} - \frac{\partial V_y}{\partial x} \frac{\partial V_y}{\partial y} - V_y \frac{\partial^2 V_y}{\partial x \partial y} + \gamma \frac{\partial}{\partial x} \Delta V_y = 0. \end{aligned}$$

Після всіх перетворень вводимо функцію току  $V_x = \frac{\partial \Psi}{\partial y}$ ;  $V_y = -\frac{\partial \Psi}{\partial x}$  і тотожно задовольняємо

рівнянню (2).

Остаточно в безрозмірній системі координат отримаємо нелінійне рівняння у похідних четвертого порядку, яке придатне для дослідження процесів перетворення води, яка надходить у насадок, у плоскорадіальний струмінь [3].

$$\frac{1}{\text{Re}} \Delta \Psi - \frac{\partial \Psi}{\partial y} \frac{\partial \Delta \Psi}{\partial x} + \frac{\partial \Psi}{\partial x} \frac{\partial \Delta \Psi}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

де  $\text{Re} = V / \gamma$  - число Рейнольдса.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Анализ процесса подачи и траектории потока струй огнетушащего вещества установкой АУТГОС / С.В. Росоха, Ю.Н. Сенчихин, А.А. Киреев, К.М. Остапов // Проблемы пожарной безопасности – Харьков: НУЦЗУ, 2015. – Вып. 38. – С. 146-155.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Наука, 1987. - 840 с.
3. Дендаренко Ю.Ю., Сенчихин Ю.М., Сировой В.В., Росоха С.В. Рекомендації щодо застосування радіальних водяних струменів під час захисту вертикальних сталевих резервуарів від термічного впливу факела полум'я. - Збірник наукових праць. Науковий вісник будівництва / За загальною редакцією д-ра техн. наук Д.Ф. Гончаренко. – Харьков: ХДТУБА, ХОТВАБУ, 2013. – Вып. 71. – С. 554-558.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВИБУХОВОГО МЕТОДУ ПОДВІЙНИХ ЗАРЯДІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНИХ БАР'ЄРІВ

Щорічно на землі виникає близько 0,5 млн. природних пожеж, які знищують близько 1 % загальної площі території рослинності Земної кулі та викидають в атмосферу мільйони тонн продуктів згорання. Природні пожежі завдають величезних збитків довкіллю, якості життя людини, ефективності його діяльності, а також в цілому економіці країни. Одним з шляхів підвищення рівня захищеності населення від природних пожеж є створення протипожежних бар'єрів.

В роботі [1] пропонується створювати протипожежні бар'єри за допомогою вибуху шнурових зарядів типу ЕШ-1П. Зокрема, шнуровий заряд забезпечує створення протипожежного бар'єру шириною 1,4 м, а для локалізації природних пожеж потрібно, як правило, протипожежний бар'єр шириною не менше 2,8 м [2, 3]. В роботі [4, 5] в якості альтернативи шнуровим зарядам пропонується застосування для створення протипожежних бар'єрів, одинарні заряди з суміші вибухонебезпечних газів, які мають ряд переваг, а саме вищий рівень безпеки при роботі із зарядами, підвищений імпульс тиску та вища питома теплота згорання палива. Передбачається, що при застосуванні подвійних зарядів, ширина протипожежного бар'єру при вибуху може складати близько 7-8 м, що значно перевищує нормативну та ширину при застосуванні одинарних зарядів.

Для проведення математичного моделювання запропонованого методу розроблена математична модель вибуху подвійних зарядів з суміші вибухонебезпечних газів, яка представлена у якості системи рівнянь, що описують нестационарний тривимірний перебіг двокомпонентної суміші газів в декартовій системі координат:

$$\frac{\partial \vec{a}}{\partial t} + \frac{\partial \vec{b}}{\partial x} + \frac{\partial \vec{c}}{\partial y} + \frac{\partial \vec{d}}{\partial z} = \rho \vec{n}, \quad (1)$$

де  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ ,  $\vec{n}$  – вектор-стовпці, які мають вид:

$$\vec{a} = [\rho, \rho u, \rho v, \rho w, E]^T,$$

$$\vec{b} = [\rho u, P + \rho u^2, \rho uv, \rho uw, (E + P) u]^T,$$

$$\vec{c} = [\rho v, \rho uv, P + \rho v^2, \rho vw, (E + P) v]^T,$$

$$\vec{d} = [\rho w, \rho uw, \rho vw, P + \rho w^2, (E + P) w]^T,$$

$$\vec{n} = [0, f_x + f_y, f_z]^T,$$

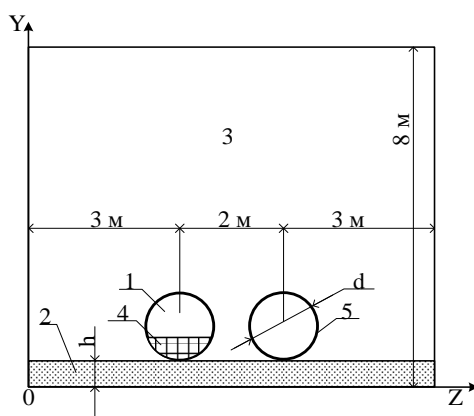
де  $f_x = -sc_d \cdot \rho u \sqrt{u^2 + w^2}$ ;  $f_z = -sc_d \cdot \rho w \sqrt{u^2 + w^2}$  – проекція сили опору на осі координат ( $sc_d$  – параметр, що характеризує силу опору одиниці об'єму фітоценозу);  $\rho$ ,  $T$ ,  $P$  – густина, температура і тиск газової фази, відповідно;  $t$  – час;  $u$ ,  $w$  – компоненти вектора швидкості газового потоку  $\vec{q}$ ;  $x$ ,  $z$  – координати в декартовій системі координат вздовж земної поверхні;  $s$  – питома поверхня фітомаси пологу лісу;  $c_d$  – емпіричний коефіцієнт опору пологу лісу;  $v$  – складова вектора швидкості газового потоку  $\vec{q}$  по осі ОХ;  $y$  – декартова координата по осі, перпендикулярній земній поверхні;  $E$  – повна енергія одиниці об'єму суміші газів.

В основу покладено припущення, що при використанні подвійних зарядів з суміші вибухонебезпечних газів за рахунок їх одночасного вибуху в області взаємодії ударних хвиль відбувається стрімке посилення тиску, що дозволить збільшити ширину протипожежного бар'єру за рахунок викиду рослинного горючого матеріалу на значну відстань від центру вибуху. Тому розташування подвійних зарядів в області моделювання задавалося згідно схеми (рис. 1).

Для цього подвійний заряд з суміші вибухонебезпечних газів необхідно розташовувати безпосередньо поверх наземного горючого матеріалу на відстані 2 м між осями зарядів, що відповідає середній відстані між коліями пожежного автомобіля.

Для визначення початкових умов для проведення досліджень процесів вибуху подвійних зарядів з суміші вибухонебезпечних газів приймаємо діаметр оболонки заряду  $d = \{0,95; 1,3\}$  та товщину шару наземного горючого матеріалу рівною  $h = 0,1$  м. Швидкість набігаючого потоку вітру рівною  $q_z = 3$  м/с, як середню швидкість вітру для м. Харкова і Харківської області [4].

Таким чином, початкові умови для подвійних зарядів з суміші вибухонебезпечних газів мають наступний вигляд.



**Рис. 1.** Розміщення подвійних зарядів з суміші вибухонебезпечних газів в розрахунковій області: 1 – продукти детонації, 2 – шар рослинності, 3 – повітря, 4 – місце розрахунку, 5 – початкова межа розташування продуктів детонації,  $h$  – товщина шару покрову,  $d$  – початковий діаметр заряду

В області детонації заряду:

$$\left(y - h - \frac{d}{2}\right)^2 + \left(z - \frac{H_z}{2} + 1\right)^2 < \frac{d^2}{4}, \quad \left(y - h - \frac{d}{2}\right)^2 + \left(z - \frac{H_z}{2} - 1\right)^2 < \frac{d^2}{4}, \quad 0 < x < H_x. \quad (3)$$

приймалося:  $P|_{t=0} = 1,4$  МПа;  $T|_{t=0} = 3480$  К;  $\gamma|_{t=0} = 1,267$ ,  $u|_{t=0} = 0$ ;  $v|_{t=0} = 0$ ;  $w|_{t=0} = 0$ ;  $N|_{t=0} = 1$ .

В області повітряного простору:

$$h < y < H_y, \quad 0 < x < H_x, \quad 0 < z < H_z,$$

$$\left(y - h - \frac{d}{2}\right)^2 + \left(z - \frac{H_z}{2} + 1\right)^2 \geq \frac{d^2}{4}, \quad \left(y - h - \frac{d}{2}\right)^2 + \left(z - \frac{H_z}{2} - 1\right)^2 \geq \frac{d^2}{4}. \quad (4)$$

приймалося:  $P|_{t=0} = 0,1$  МПа;  $T|_{t=0} = 293$  К;  $\gamma|_{t=0} = 1,4$ ;  $u|_{t=0} = 0$ ;  $v|_{t=0} = 0$ ;  $w|_{t=0} = 3$  м/с;  $N|_{t=0} = 0$ .

В області фітоценозу:

$$0 < y < h, \quad 0 < x < H_x, \quad 0 < z < H_z. \quad (5)$$

приймалося:  $P|_{t=0} = 0,1$  МПа;  $T|_{t=0} = 293$  К;  $\gamma|_{t=0} = 1,4$ ;  $u|_{t=0} = 0$ ;  $v|_{t=0} = 0$ ;  $w|_{t=0} = 0$  м/с;  $N|_{t=0} = 0$ .

Таким чином, граничні умови мають наступний вид. Земна поверхня в розрахунках представлялася у вигляді множини непроникних ділянок, які у сукупності моделюють розрахункову область поверхонь [4]. На цих поверхнях виконувалася умова не протікання:  $q\vec{n} = 0$ , де  $\vec{n}$  – вектор нормалі до даної поверхні.

Процес ударного розширення продуктів вибуху описується системою рівнянь нестационарної газодинаміки з урахуванням опору середовища, доповненої рівнянням стану ідеального газу, в тривимірній декартовій системі координат.

В роботі наведена математична модель, початкові та граничні умови, які дозволяють провести чисельний розрахунок та дослідити процес вибуху подвійних зарядів з суміші вибухонебезпечних газів при створенні протипожежного бар'єру за допомогою математичного моделювання. Це дозволить за допомогою апробованих програм визначити залежність ширини протипожежного бар'єру від діаметру заряду та типу рослинності та дасть змогу в подальшому провести експериментальні дослідження в реальних умовах для оцінки ефективності застосування даного методу для локалізації природних пожеж.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гришин А.М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. – М.: Наука, 1992. – 408 с.
2. Правила пожежної безпеки в лісах України: НАПБ А.01.002-2004. – К.: Держкомлісгосп України, 2004.
3. Методичні рекомендації щодо зниження небезпеки пливу лісових пожеж на арсенали, бази і склади боєприпасів, що розташовані в лісових масивах. Наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України від 25 серпня 2011 р. № 890. – Режим доступу: <http://www.dsns.gov.ua/files/2011/8/26/890.pdf>.
4. Дубінін Д.П. Математичне моделювання вибуху заряду з суміші вибухонебезпечних газів для створення протипожежного бар'єру / Д.П. Дубінін, А.А. Лісняк // Проблеми пожежної безпеки. – 2016. – Вып. 40. – С. 84 – 89. – Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol40/dubin.pdf>.
5. Говаленков С.В. Математическое моделирование параметров взрыва объемно-шлангового заряда в пологе леса / С.В. Говаленков, Д.П. Дубинин // Системи обробки інформації: – Х., 2011. – № 2 (92). – С. 282 – 285

## **ТЕХНОЛОГІЇ ЗАСТОСУВАННЯ АВІАЦІЇ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ І ГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ**

Загальна площа лісового фонду в Україні становить 10,4 млн. га, тому проблема охорони лісів від пожеж - одна з найскладніших, що вирішуються працівниками Державного агентства лісових ресурсів України та інших центральних органів виконавчої влади. Особливо напруженою є ситуація у східних та південних областях, де внаслідок масштабного лісорозведення на сотнях тисяч гектарів створені штучні насадження хвойних порід. Значному підвищенню пожежної небезпеки сприяє постійне зростання рекреаційного навантаження на ліси.

Охорону лісів від пожеж забезпечують понад 300 державних лісгосподарських та лісомисливських підприємств, у складі яких функціонує більш 1,7 тис. лісництв та 288 лісових пожежних станцій.

Гасіння лісових пожеж на початковій стадії здійснюють відповідні підрозділи лісгосподарських підприємств, при загрозі виникнення надзвичайної ситуації в період високої пожежної небезпеки до гасіння лісових пожеж залучаються підрозділи ДСНС України, облдержадміністрації та інші органи в межах їх компетенції.

У результаті пошуку шляхів удосконалення боротьби з пожежами в першій половині ХХ століття було зроблено головний висновок – для того, щоб знизити витрати на гасіння пожежі, необхідно виявити її на максимально можливій ранній стадії і негайно приступити до ліквідації. Тому є доцільним розглянути застосування комплексу технологій, які направлені на реалізацію заходів, пов'язаних з попередженням, раннім виявленням лісових пожеж, своєчасним реагуванням і забезпеченням боротьби з пожежами на їх початковій стадії.

Застосування авіаційних сил і засобів дозволяє вирішувати відразу декілька фундаментальних завдань, а саме: повітряне спостереження за лісовими масивами, розвідка зон пожеж, документування за періодами розвитку та забезпечення розвідувальною інформацією керівництва гасінням пожеж; локалізація пожежі до прибуття наземних пожежних підрозділів; екстрена доставка до місця пожежі особового складу пожежної охорони, обладнання та вогнегасних речовин; повітряне десантування парашутистів-пожежних та пакетів пожежного спорядження для гасіння пожежі; забезпечення заправки пожежних літаків водою на аеродромах за допомогою підвозу технічними засобами або від пожежних гідрантів; забезпечення використання природних та штучних водоймищ для забору води пожежними гелікоптерами; евакуація людей (потерпілих) після гасіння пожежі як шляхом приземлення вертольота, так і у режимі його зависання.

Порівняльний аналіз використання вертольотів і спеціальних літаків при виявленні й гасінні пожеж показує, що особливостями застосування вертольотів є:

гасіння лісових пожеж вогнегасною рідиною;

десантування парашутистів-пожежних, спеціального устаткування, спорядження й вантажів до місць лісових пожеж;

ліквідація слабких (малих) і лісових пожеж, що зароджуються.

Недоліками застосування вертольотів при цьому є:

пожежі, що поширилися на площу більше 20 га, не може згасити група 4 - 5 чоловік парашутистів-пожежних.

Навіть доставка пожежного десанту – малоефективний і дорогий захід, оскільки висадити десант на пожежі в потрібному місці не завжди можливо, а висаджувати на видаленні - втрачається зміст швидкої доставки;

об'єкти більших за розмірами пожеж - це свого роду лише моніторинг їхнього розвитку, а не практична ліквідація.

Серед особливостей застосування спеціальних пожежних літаків основними є зупинка та стримування поширення середніх і великих лісових пожеж створенням загороджувальної смуги шляхом багаторазових скидань вогнегасної рідини на крайку пожежі.

Боротьба з лісовими пожежами авіаційними методами може здійснюватися у вигляді локалізації динамічної області пожежі - створення навколо її перезволоженої загороджувальної смуги (непряма атака), хоча у ряді робіт [1, 2] обґрунтована можливість детектування крайки пожежі дистанційними методами.

Недоліками застосування літаків при цьому є:

повітряні судна в основному можуть бути використані тільки вдень і в простих метеорологічних умовах. Їх робота при верхових пожежах небезпечна, скидання води з більших висот є малоефективним, а місця базування літаків часом далеко розташовані від місць виникнення пожежі;

світовий досвід застосування більших повітряних суден (типу Іл-76) показав, що крайку пожежі не видно через задимлення, а політ над осередками пожежі на низькій висоті неможливий через висхідні потоки повітря;

вода призупиняє горіння лише на 2 - 4 години, після чого пожежа відновлюється знову.

Тому для розрахунку необхідної кількості сил і засобів для локалізації ландшафтної пожежі необхідно мати розрахунки щодо швидкості створення протипожежного бар'єра.



В Україні для боротьби з ландшафтними пожежами залучаються спеціальні літаки Ан-32П, висока вартість експлуатації яких приводить до необхідності підвищення ефективності їх використання. Літак Ан-32П оснащений системою миттєвого скидання і здатний здійснювати скидання 8 тонн води, що, на відміну від більших авіаційних танкерів, наприклад Іл-76, приводить до утворення досить компактних водяних плям. При цьому для даного типу системи скидання характерний низький ступінь прицільності [3-4], що приводить до неможливості гарантованого створення неперерваного ланцюжка скидань і, як наслідок, - до неможливості створення безперервного протипожежного бар'єру за допомогою одних лише скидань води.

Неминуче виникаючі розриви між водяними плямами повинні ліквідуватися наземними силами пожежогасіння, тому швидкість створення протипожежного бар'єру буде визначатися не тільки параметрами скидань вогнегасної рідини повітряними суднами, але й продуктивністю дій наземних сил та організованої взаємодії між ними та екіпажами, основними завданнями якої є:

організація та здійснення постійної допомоги, зв'язку й обміну інформацією між різними за призначенням силами та органами управління, що залучаються до ліквідації лісових пожеж і їх наслідків на території України;

проведення попередніх розрахунків і визначення складу, чисельності підрозділів та частин взаємодіючих сил і засобів та пунктів управління ними, матеріальних засобів, які необхідно залучати для гасіння лісових пожеж;

встановлення порядку використання аеродромів та аеропортів усіх міністерств та відомств, майданчиків для посадки при здійсненні зазначених заходів;

координація спільних дій наявних сил та засобів, здійснення матеріально-технічного забезпечення залучених сил у процесі ліквідації наслідків надзвичайної ситуації.

Таким чином, необхідність використання авіації для виявлення та гасіння пожеж визначається головними принципами, а саме:

комплексне застосування авіації для запобігання розвитку слабких (малих) пожеж у сильні (великі), шляхом їх оперативного виявлення й локалізації (ліквідації). Це досягається в першу чергу патрулюванням лісів повітряними суднами з наявністю сил пожежогасіння на їх борту;

тактична й стратегічна мобільність авіаційних сил та засобів за рахунок розвиненої структури базування чергових повітряних суден (підрозділів) по всій території України, особливо у пожежонебезпечних районах та в районі мегаполісів;

високий рівень взаємодії екіпажів (пілотів-спостерігачів) з наземними силами, стійкий рівень управління та зв'язку.

Крім того, підвищення ефективності застосування авіації можливе за рахунок використання нових, більш ефективних спеціальних повітряних суден, впровадження нових альтернативних способів виявлення пожеж, які будуть доповнювати основну технологію застосування авіації, більш широке використання цифрових технологій в системі моніторингу та прогнозування надзвичайних ситуацій тощо.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Комяк В.А. Радиотепловая сканирующая система для пожарных служб авиационной охраны лесов / В.А. Комяк, С.А. Шило // Харьков: Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова 2003.- 25 с.
2. Азатян В.В., Болодьян И.А., Шебеко Ю.Н., Копылов С.Н. Применение летательных аппаратов для обнаружения и тушения лесных пожаров. – М.: Изд. Фгу ВНИИПО МЧС России. – 2003. – № 2. – С. 140-141.
3. Мелешенко Р.Г. Исследование точности сброса воды с пожарного самолета Ан-32П / Р.Г. Мелешенко, В.К. Мунтян // Чрезвычайные ситуации: образование и наука: Международный научн. пр. журнал – Том 9 № 1. – Гомель: ГИИ МЧС Республики Беларусь, 2014. – С. 3-9.
4. Мелешенко Р.Г. Статистический анализ модели параметров сброса воды с пожарного самолета Ан-32П / Р.Г. Мелешенко, В.К. Мунтян // Проблемы пожарной безопасности: Сб.научн.тр. – Вып. 35.-Х: НУГЗУ, 2013. – С.151-163.

*Р. А. Заєць, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## МЕТОДИ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК В ПРОГНОЗУВАННІ НАДЗВИЧАЙНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ СИТУАЦІЙ

Система державно-правових заходів у системі відносин регулювання надзвичайних екологічних ситуацій охоплює три групи заходів:

- заходи запобігання виникненню надзвичайної екологічної ситуації;
- заходи реагування на надзвичайну екологічну ситуацію;
- заходи ліквідації наслідків надзвичайної екологічної ситуації.

Разом з тим доцільно, насамперед, вести мову про заходи, спрямовані на недопущення, попередження самого її виникнення. Саме тому, останнім часом проблема забезпечення екологічної безпеки і захисту

населення в надзвичайних ситуаціях обговорюється в аспекті створення автоматизованих інформаційно-аналітичних систем і систем раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій. Серед завдань стосовно створення таких систем на перший план виходять удосконалення методики комплексної оцінки та прогнозування змін стану навколишнього природного середовища, в т.ч. із застосуванням геоінформаційних технологій.

Відомо, що прогнозування надзвичайних ситуацій значно ускладнюється в періоди, коли екологічна система переходить із одного якісного стану в інший, коли параметри системи, що її характеризують, різко змінюються, відхиляючись від нормальних значень. Такі періоди різко збільшують невизначеність подальшого розвитку системи.

В цих умовах система стає настільки вразливою, що будь-яке, навіть слабке збурювання, вплив випадкового фактора може стати вирішальним для подальшого її розвитку. Тому розробка достатньо надійних прогнозів, навіть короткострокових, в такі перехідні періоди виявляється надзвичайно складним і актуальним завданням.

Відомо, що задачі прогнозування відносяться до класу т.зв. неформалізованих задач, тобто таких, які не можуть бути задані у числовій формі, їхній результат неможливо описати точно визначеною цільовою функцією, алгоритм розв'язання таких задач також часто відсутній [1].

Розглядаючи навколишнє середовище як ієрархічну сукупність структурних утворень, об'єднаних певними природними процесами, які перебувають у взаємообумовленому зв'язку з соціальними, технічними діями та впливами, можливо одержати якісні та кількісні уявлення про характер наявних геологічних процесів, які неможливо виявити традиційними методами. Тому, розглядаючи сукупність досліджуваних процесів як складну систему, для вирішення певних природоресурсних задач автор [2] вважає за доцільне застосовувати системний підхід і математичний апарат системного аналізу, а саме – системне моделювання, яке дозволяє обґрунтувати і вибрати найбільш раціональні методи побудови математичних моделей складних систем і моделювати процеси, що в них відбуваються.

Наведені вище методи прогнозування ґрунтуються на використанні достатньо широкої ретроспективної інформації, що дозволяє розкрити тенденції і закономірності, взаємозв'язок показників, що склалися в «передісторії». Але трапляються випадки, коли інформаційний масив надмірно обмежений або зовсім відсутній. А в деяких випадках статистичні дані неможливо отримати або для їх отримання потрібен значний час. Прийняти рішення в таких умовах, тобто в умовах невизначеності, коли та чи інша дія породжує багато можливих наслідків, причому ймовірності цих наслідків невідомі, важко і ризиковано.

Тому при недостатності чи взагалі відсутності інформації розробка прогнозу не тільки не виключається, а, навпаки, стає особливо актуальною і практично важливою, тому що таким чином можна понизити рівень невизначеності та підвищити достовірність управлінських рішень [3-5].

Можливість вирішення названих проблем, навіть в умовах відсутності теоретичних обґрунтувань, досягається за рахунок умілого використання досвіду, інтуїції та знань спеціалістів, вчених, що працюють над розв'язанням відповідних проблем. Такі методи отримали назву методів експертиз або методів експертних оцінок [3, 6, 7].

При числовому визначенні ризику аварії чи надзвичайної ситуації, пов'язаної зі збитком для навколишнього середовища, прогнозні експертні оцінки відображають індивідуальне судження спеціалістів відносно перспектив розвитку негативної події. Методи експертних оцінок засновані на мобілізації професійного досвіду та інтуїції фахівців-експертів. Такі методи оцінки ризику використовують формальну теорію ухвалення рішень в умовах невизначеності.

Серед експертних методів оцінки безпеки і ризику найбільш поширеними є метод Делфі, метод перехресного впливу, метод аналізу ієрархій. Загальна характеристика цих методів наведена у роботах [3, 8-10]. Їх ще називають методами технологічного передбачення. Слід зазначити, що жоден із них сам по собі не розв'язує проблему. Ці методи розглядаються як складові системної методології.

З метою отримання оцінки ймовірності використовують методи моделювання складних систем, зокрема метод імітаційного моделювання, метод стохастичного моделювання та деякі інші.

Метод аналізу ієрархій є методом розв'язання багатокритеріальних завдань з ієрархічними структурами, які включають як помітні, так і непомітні фактори. Він розроблений американським математиком Т. Сааті на початку 90-х років минулого століття [9]. Метод базується на парних порівняннях. Експерт у процесі парних порівнянь не тільки вибирає у кожній парі більш небезпечну характеристику чи територію у кожній парі, але й вказує, у скільки разів один елемент переважає другий за ознакою, що розглядається [4, 9, 12]. Якщо є велика кількість критеріїв, що підлягатимуть порівнянню, метод Сааті є достатньо громіздким. Ця властивість притаманна усім методам, які засновані на парному порівнянні вихідних елементів [9].

Експертні системи (ЕС) – це клас комп'ютерних програм, які пропонують рекомендації, проводять аналіз, виконують класифікацію, дають консультації і ставлять діагноз. Вони орієнтовані на розв'язування задач, вирішення яких вимагає проведення експертизи людиною-спеціалістом. На відміну від програм, що використовують процедурний аналіз, ЕС розв'язують проблеми у вузькій предметній площині (конкретній області експертизи) на основі логічних міркувань.

Такі системи часто можуть знайти розв'язок задач, які неструктуровані і неточно визначені. Вони через використання евристик компенсують відсутність структурованості, що корисно в ситуаціях, коли недостатня кількість необхідних даних або часу виключає можливість проведення повного аналізу [13, 14].

На сьогодні одержав розвиток напрямок використання концепції банку знань – автоматичний синтез знань. Проблема синтезу знань, або індуктивного висновку, безсумнівно, складніша і глобальніша, ніж аналіз наявних знань, що відбувається в ЕС. По суті, мова тут йде про надання електронній обчислювальній машині елементів творчого мислення, характерного для людини.

На жаль, про вичерпне вирішення цієї проблеми не може бути і мови найближчим часом і досягне на даний час рішення полягає в створенні механізмів знань у рамках окремих проблемно-орієнтованих галузей, у яких можливий синтез на основі деякого набору правил, що володіють повнотою щодо можливих ситуацій створення знань. Та все ж, досить перспективним в розвитку цього напрямку є використання самонавчальних нейронних мереж та штучного інтелекту, в розвитку яких, останнім часом спостерігаються значні успіхи.

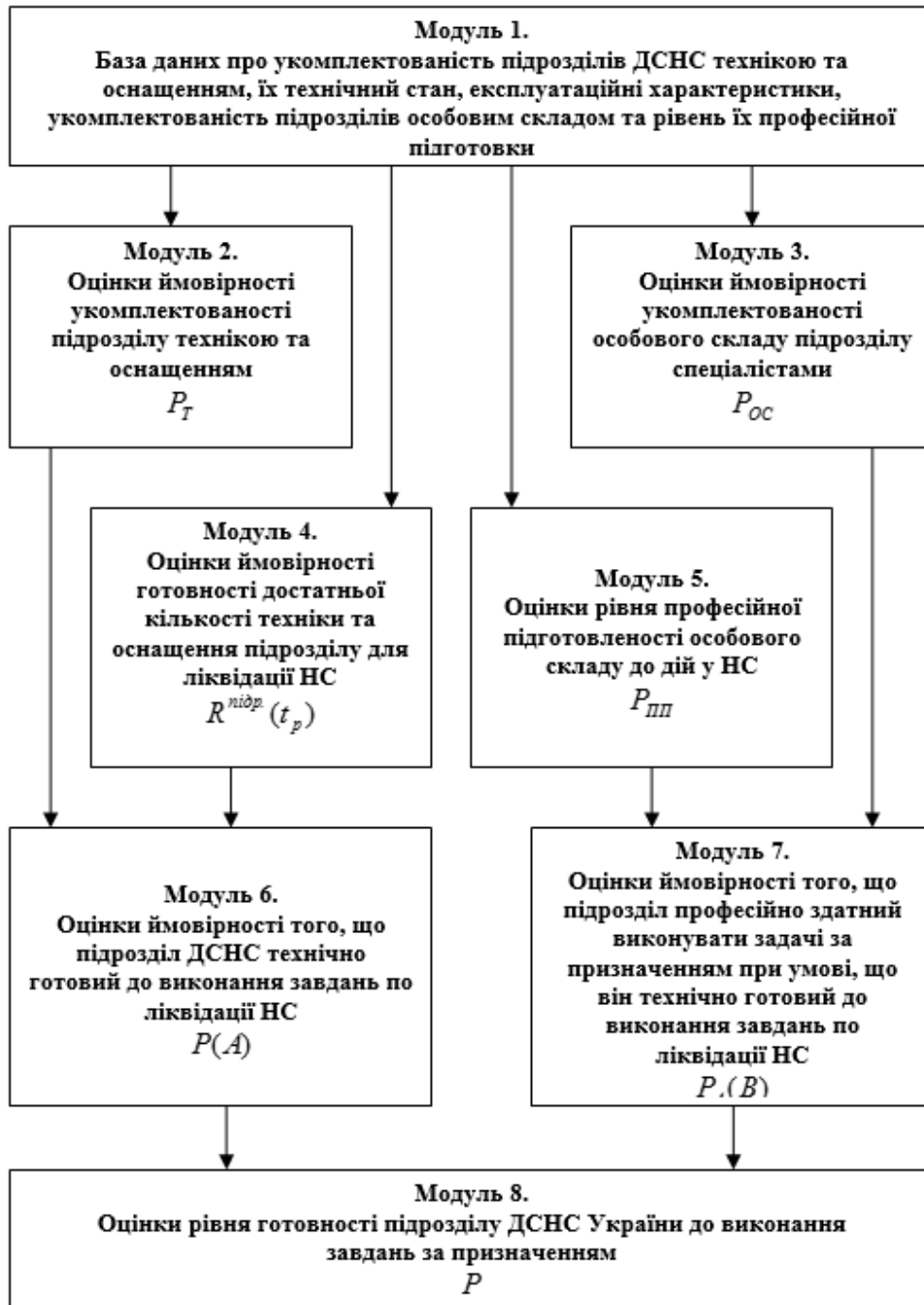
#### ЛІТЕРАТУРА

1. Дикань С. А. Експертні системи у розв'язанні завдань прогнозування надзвичайних екологічних ситуацій / С. А. Дикань, В. А. Смирнов // Міжнародна наукова конференція MicroCAD, 2014 р. – Харків, НТУ «ХП».
2. Боднар О. М. Системне моделювання у вирішенні задач природокористування на основі космічного геомоніторингу: Автореф. дис. на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05.07.12 / Ін-т геол. наук НАН України. – К., 2010. – 17 с.
3. Грабовецький Б. Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання : монографія / Б. Є. Грабовецький. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 171 с.
4. Литвак Б. Г. Экспертные технологии в управлении : учеб. пособие, 2-е изд. / Б. Г. Литвак. – М. : Изд. «Дело», 2004. – 400 с.
5. Попов О. О. Використання експертних методів в задачах екологічної безпеки навколишнього середовища / О. О. Попов // «Хімічна і радіаційна безпека: проблеми і рішення»: Матеріали другої міжнародної конференції, 27-30 травня 2014 р. – Ужгород, 2014. – С. 67-68.
6. Злобина Н. В. Управленческие решения: учеб. пособие. / Н. В. Злобина. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 80 с.
7. Трофимова Л. А. Управленческие решения / Л. А. Трофимова, В. В. Трофимов. – СПб.: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2011. – 192 с.
8. Орлов А. И. Теория принятия решений. Учебное пособие / А. И. Орлов. – М.: Издательство «Март», 2004. – 656 с.
9. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
10. Чудновская С. Н. Управленческие решения: учебник / С. Н. Чудновская. – М.: Эксмо, 2007. – 368 с.
11. Колпаков В. М. Теория и практика принятия управленческих решений: учеб. пособие, 2-е изд., перераб. и доп. / В. М. Колпаков. – Киев: МАУП, 2004. – 504 с.
12. Подиновский В. В. Методы принятия решений. Теория и методы многокритериальных решений: хрестоматия / сост. В. В. Подиновский. – М.: ГУ-ВШЭ, 2005. – 242 с.
13. Лисиченко Г. В. Методологія оцінювання екологічних ризиків / Г. В. Лисиченко, Г. А. Хміль, С. В. Барбашев. – О.: Астропринт, 2011. – 368 с.
14. Филинов Н. Б. Разработка и принятие управленческих решений: Учеб. пособие / Н. Б. Филинов. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 308 с.

*Г. В. Іванець, к. т. н., доцент, І. О. Толкунов, к. т. н., доцент, Є. І. Стецюк,  
Національний університет цивільного захисту України*

#### **МОДЕЛЬ ОЦІНКИ РІВНЯ ГОТОВНОСТІ ПІДРОЗДІЛУ ДСНС УКРАЇНИ ДО ДІЙ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

Забезпечення національної безпеки є невід'ємною функцією кожної держави, як суспільного утворення, що має гарантувати сприятливі умови для життя і продуктивної діяльності її громадян. Попередження та ліквідація надзвичайних ситуацій (НС) техногенного й природного характеру з метою забезпечення життя і здоров'я людей, забезпечення сталого розвитку країни є однією із складових національної безпеки держави. Забезпечення своєчасного та ефективного реагування на всі НС, а також виконання заходів з ліквідації їх наслідків на практиці покладається на сили цивільного захисту.



**Рис. 1 – Модель оцінки рівня готовності підрозділу ДСНС України до дій у НС**

Рівень готовності підрозділів ДСНС України до ефективного виконання завдань, пов'язаних із ліквідацією наслідків НС техногенного та природного характеру, захистом населення і територій від їх негативного впливу, визначається технічною оснащеністю, рівнем готовності техніки до застосування та професійною здатністю підрозділів до виконання поставлених завдань. Ймовірність того, що підрозділ знаходиться на достатньому рівні готовності до виконання завдань за призначенням можна записати наступним чином:

$$P = P(A) \cdot P_A(B), \quad (1)$$

де  $P(A)$  – ймовірність того, що підрозділ ДСНС України технічно готовий до виконання завдань по ліквідації НС;  $P_A(B)$  – ймовірність того, що підрозділ ДСНС України професійно здатний виконати завдання за призначенням при умові, що він технічно готовий до виконання завдань по ліквідації НС.

Ймовірність  $P(A)$  визначається двома компонентами: укомплектованістю підрозділу необхідною кількістю техніки, її готовністю до застосування в момент виникнення НС та безвідмовністю на протязі часу  $t_p$  виконання робіт по її ліквідації:

$$P(A) = P_T \cdot R^{ni\partial p.}(t_p), \quad (2)$$

де  $P_T$  – ймовірність укомплектованості підрозділу технікою;  $R^{ni\partial p.}(t_p)$  – ймовірність готовності достатньої кількості техніки підрозділу, яка необхідна для ліквідації НС в момент її виникнення, і її безвідмовність на протязі часу виконання робіт по ліквідації НС;  $t_p$  – час виконання робіт по ліквідації НС.

Ймовірність  $P_A(B)$  визначається двома компонентами: укомплектованістю підрозділу особовим складом і професійною підготовкою до дій у НС:

$$P_A(B) = P_{OC} \cdot P_{III}, \quad (3)$$

де  $P_{OC}$  – ймовірність укомплектованості підрозділу особовим складом;  $P_{III}$  – ймовірність професійної підготовленості особового складу до дій у НС.

Модель оцінки рівня готовності підрозділу ДСНС України до дій у НС представлена рис. 1.

#### **Модель включає наступні модулі:**

**Модуль 1** являє собою базу даних про укомплектованість підрозділів ДСНС технікою та оснащенням, їх технічний стан, експлуатаційні характеристики, укомплектованість підрозділів особовим складом та їх рівень професійної підготовки. На основі цих даних проводяться відповідні оцінки в модулях 2, 3, 4 та 5.

**Модуль 2** призначений для оцінки ймовірності укомплектованості підрозділу технікою та оснащенням. Дані модуля 2 використовуються в подальшому для проведення розрахунків в модулі 6.

**Модуль 3** призначений для оцінки ймовірності укомплектованості особового складу підрозділу спеціалістами. Дані модуля 3 використовуються в подальшому для проведення розрахунків в модулі 7.

**Модуль 4** призначений для оцінки ймовірності готовності достатньої кількості техніки та оснащення підрозділу для ліквідації НС. Дані модуля 4 використовуються в подальшому для проведення розрахунків в модулі 6.

**Модуль 5** призначений для оцінки рівня професійної підготовленості особового складу до дій у НС. Дані модуля 5 використовуються в подальшому для проведення розрахунків в модулі 7.

**Модуль 6** призначений для оцінки ймовірності того, що підрозділ ДСНС технічно готовий до виконання завдань по ліквідації НС на основі даних, які поступають від модулів 2 та 4. Дані модуля 6 використовуються в подальшому для проведення розрахунків в модулі 8.

**Модуль 7** призначений для оцінки ймовірності того, що підрозділ ДСНС професійно здатний виконувати поставлені задачі при умові, що він технічно готовий до виконання завдань по ліквідації НС на основі даних, які поступають від модулів 3 та 5. Дані модуля 7 використовуються в подальшому для проведення розрахунків в модулі 8.

**Модуль 8** призначений для оцінки рівня готовності підрозділу ДСНС до виконання завдань за призначенням на основі даних, які поступають від модулів 6 та 7.

Таким чином, розроблена модель та метод оцінки рівня готовності підрозділу ДСНС України до дій при НС, що ґрунтується на взаємному врахуванні комплексних соціально-технічних показників функціонування підрозділу як системи.

В якості показника рівня готовності підрозділу використана імовірнісна модель оцінки ступеня професійно-технічної готовності до виконання завдання по ліквідації НС різного характеру у встановлені терміни.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 р. № 5403-VI // *Голос України*, 2012.– № 220 (5470). – С.4-20.
2. Іванець Г.В. Аналіз стану техногенної, природної та соціальної небезпеки адміністративно-територіальних одиниць України на основі даних моніторингу. / *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*. –Х.: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2016. – Вип. 3 (48). – 218 с. – С.142-145.
3. Васілевський О.М. Нормування показників надійності технічних засобів: Навчальний посібник / О.М. Васілевський, О.Г. Ігнатенко. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 160 с.

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

Щодня у світі фіксуються тисячі подій, при яких відбувається порушення нормальних умов життя і діяльності людей і які можуть призвести або призводять до загибелі людей та до значних матеріальних втрат. Такі події називаються надзвичайними ситуаціями. Для організації робіт щодо ліквідації наслідків аварій, катастроф, стихійних лих утворюються Державні комісії з надзвичайних ситуацій - ДКНС. Вони діють при Кабінеті Міністрів України, в областях, містах, регіонах як на постійній основі, так і у випадку виникнення НС. До їх функцій входить забезпечення постійної готовності до дій аварійно-рятувальних служб, контроль за розробкою та реалізацією заходів з попередження можливих аварій і катастроф. Усі завдання з ліквідації НС виконуються по черзі у максимально короткі строки.

У першу чергу вирішуються завдання щодо термінового захисту населення, запобігання розвитку чи зменшення впливу НС і завдання з підготовки та виконання рятувальних та інших невідкладних робіт. З цією метою виконуються:

- сповіщення населення про небезпеку чи загрозу небезпеки;
- евакуація людей та тварин із небезпечних зон, використання засобів профілактики захворювань, травматизму, надання медичної та іншої допомоги;
- локалізація аварій, зупинка чи зміна технологічного процесу, попередження і гасіння пожеж;
- приведення в готовність органів управління, сил і засобів для рятувальних робіт, ведення розвідки в осередках ураження, оцінка ситуації, що склалася.

Рятувальні та інші невідкладні роботи починаються одразу ж у міру готовності сил та засобів для їх проведення, ведуться безперервно з необхідною заміною рятувальників і ліквідаторів при дотриманні техніки безпеки та заходів перестороги.

Наступними вирішуються завдання щодо забезпечення життєдіяльності населення в районах, що постраждали внаслідок аварії, катастрофи чи стихійного лиха.

Проводиться відновлення зруйнованого житла, спорудження тимчасових будівель (намети, землянки, навіси тощо), відновлення енерго- та водозабезпечення, ліній зв'язку, об'єктів комунального обслуговування. Також здійснюється санітарне очищення осередку ураження, забезпечення людей продуктами харчування, предметами першої необхідності та ін. Одночасно розпочинаються роботи з відновлення функціонування уражених об'єктів.

Багато видів НС можна прогнозувати, що дає можливість завчасно спланувати основні заходи з ліквідації їх наслідків. Проведення робіт за підготовленим планом (відкорегованим згідно з реальною ситуацією) дозволить значно прискорити ці роботи, зменшити масштаб наслідків аварії, катастрофи.

Сутність рятувальних та інших невідкладних робіт — це усунення безпосередньої загрози життю та здоров'ю людей, відновлення життєзабезпечення населення, запобігання або значне зменшення матеріальних збитків. Рятувальні та інші невідкладні роботи включають також усунення пошкоджень, які заважають проведенню рятувальних робіт, створення умов для наступного проведення відновлювальних робіт. РІНР поділяють на рятувальні роботи і невідкладні роботи.

До **рятувальних робіт** відносяться:

- розвідка маршруту руху сил, визначення обсягу та ступеня руйнувань, розмірів зон зараження, швидкості і напрямку розповсюдження зараженої хмари чи пожежі;
- локалізація та гасіння пожеж на маршруті руху сил та ділянках робіт;
- визначення об'єктів і населених пунктів, яким безпосередньо загрожує небезпека;
- визначення потрібного угруповання сил і засобів запобігання і локалізації небезпеки;
- пошук уражених та звільнення їх з-під завалів, пошкоджених та палаючих будинків, із загазованих та задимлених приміщень;
- розкриття завалених, захисних споруд та рятування з них людей;
- надання потерпілим першої допомоги та евакуація їх (при необхідності) у лікувальні заклади;
- вивіз або вивід населення із небезпечних місць у безпечні райони;
- організація комендантської служби, охорона матеріальних цінностей і громадського порядку;
- відновлення життєздатності населених пунктів і об'єктів;
- пошук, розпізнавання і поховання загиблих;
- санітарна обробка уражених;
- знезараження одягу, взуття, засобів індивідуального захисту, територій, споруд, а також техніки;
- соціально-психологічна реабілітація населення.

До **невідкладних робіт** відносяться:

- прокладання колонних шляхів та улаштування проїздів (проходів) у завалах та на зараженій території;
- локалізація аварій на водопровідних, енергетичних, газових і технологічних мережах;

ремонт та тимчасове відновлення роботи комунально-енергетичних систем і мереж зв'язку для забезпечення рятувальних робіт;  
зміцнення або руйнування конструкцій, які загрожують обвалом і безпечному веденню робіт;  
Рятувальні та інші невідкладні роботи здійснюються у три етапи. На *першому етапі* вирішуються завдання:

щодо екстреного захисту населення;  
з запобігання розвитку чи зменшення впливу наслідків;  
з підготовки до виконання РІНР.

Основними заходами щодо екстреного захисту населення є:  
оповіщення про небезпеку;  
використання засобів захисту;  
додержання режимів поведінки;  
евакуація з небезпечних у безпечні райони;  
здійснення санітарно-гігієнічної, протиепідемічної профілактики і надання медичної допомоги;  
локалізація аварій;  
зупинка чи зміна технологічного процесу виробництва;  
попередження (запобігання) і гасіння пожеж

На *другому етапі* проводяться:

пошук потерпілих;  
витягання потерпілих з-під завалів, з палаючих будинків, пошкоджених транспортних засобів;  
евакуація людей із зони лиха, аварії, осередку ураження;  
надання медичної допомоги;  
санітарна обробка людей;  
зnezараження одягу, майна, техніки, території;  
проведення інших невідкладних робіт, що сприяють і забезпечують здійснення рятувальних робіт.

Тому реагування на надзвичайні ситуації та ліквідація їх наслідків - це скоординовані дії суб'єктів забезпечення цивільного захисту, що здійснюються відповідно до планів реагування на надзвичайні ситуації, уточнених в умовах конкретного виду та рівня надзвичайної ситуації, і полягають в організації робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, припинення дії або впливу небезпечних факторів, викликаних нею, рятування населення і майна, локалізації зони надзвичайної ситуації, а також ліквідації або мінімізації її наслідків, які становлять загрозу життю або здоров'ю населення, заподіяння шкоди території, навколишньому природному середовищу або майну.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI.
2. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник. – К., 2009.
3. Грибан В.Г., Негодченко О.В. Охорона праці: Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2009.
4. Грибан В.Г., Негодченко О.В. Охорона праці в органах внутрішніх справ: Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2009.
5. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: підручник / В.Ц. Жидецький. – 4-те вид., переробл. і доповн. – К.: Знання, 2010.
6. Козяр М. М. Основи охорони праці, безпеки життєдіяльності та цивільного захисту населення: навч. посіб. / М. М. Козяр, Я. І. Бедрій, О. В. Станіславчук. – К.: Кондор.

*Б. В. Казаков, філіал «Інститут перепідготовки и повышения квалификации»  
Государственного учреждения образования «Университет гражданской защиты  
Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь».*

#### ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ РАЗВЕДКИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ МЕСТНОСТИ

При ликвидации чрезвычайных ситуаций на аварийном объекте с вовлечением источников ионизирующих излучений и на радиоактивно загрязненной местности основными задачами разведки будут: оценка масштабов и характера возникшей чрезвычайной ситуации, выявление зон радиоактивного загрязнения и путей их обхода, обнаружение мест нахождения источников ионизирующих излучений, своевременное информирование о результатах разведки, осуществление радиационного контроля.

Разведка на радиоактивно загрязненной местности должна осуществляться с использованием наземных и воздушных технических средств, а в случаях невозможности их применения – пешим порядком. Группы разведки при этом обеспечиваются средствами защиты от ионизирующих излучений, приборами радиационного контроля и средствами радиосвязи.

Информация, передаваемая группами радиационной разведки, необходима для принятия решения на проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ и должна содержать данные о границах и площади зоны радиоактивного загрязнения, мощности доз излучения, плотности загрязнения поверхностей объектов, качественном и количественном радионуклидном составе радиоактивного загрязнения (по возможности), видах источников ионизирующих излучений (точечный или площадной).

При ведении всех видов аварийно-спасательных работ на радиоактивно загрязненной территории непрерывно осуществляется радиационный (т.е. радиометрический и дозиметрический) контроль. Конкретный перечень средств радиационного контроля, используемых при этом, и порядок их применения определяются исходя из характера и масштаба работ, видов и уровней радиоактивного загрязнения окружающей среды и объектов, находящихся на местности (в районе аварии).

При организации проведения разведки в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды и различных объектов или возможного воздействия ионизирующего излучения следует обеспечить радиационную безопасность персонала, привлекаемого к выполнению данных работ. Одним из основных принципов обеспечения радиационной безопасности является принцип нормирования – недопущение превышения установленных пределов индивидуальных доз облучения человека от всех источников ионизирующего излучения.

Определение доз облучения человека осуществляется с помощью приборов дозиметрического контроля и других современных средств радиационного контроля. Большинство современных приборов радиационного контроля позволяют производить измерения как мощности дозы, так и дозы излучения, а также сигнализируют о достижении пороговых их значений, что способствует соблюдению норм дозовой нагрузки и предотвращению возникновения серьезных детерминированных эффектов от облучения.

Определение границ зоны радиоактивного загрязнения и путей ее обхода проводится при ведении радиационной разведки на основании результатов измерений мощностей доз излучения и плотности загрязнения.

Мощность дозы может быть измерена при помощи дозиметров, дозиметров-радиометров и полевых спектрометров. Измерение мощности дозы  $\gamma$ -излучения необходимо проводить на расстоянии 1 м от объекта и непосредственно у поверхности предполагаемого источника (на расстоянии 3-5 см). Определение плотности потока  $\beta$ - и  $\alpha$ - частиц необходимо производить на расстоянии 1-3 см от поверхности источника с помощью соответствующих блоков детектирования приборов радиационного контроля.

При оценке радиационной обстановки в населенных пунктах измерения мощности дозы проводятся в местах, соответствующих углам сетки с шагом 200 м, на территориях общественных зон (магазины, школы, детские сады, медицинские учреждения и т.п.) – не менее 5 измерений вокруг каждого объекта и внутри каждого помещения зданий постоянного пребывания людей, а также в ареале населенного пункта – с шагом 400 м. При проведении измерений на территории населенного пункта предпочтение следует отдавать ровным, однородным местам с линейными размерами не менее 3 м. Расстояние до окружающих строений должно быть не менее двух их высот.

Обследование зданий пребывания людей и других гражданских объектов проводится в следующей последовательности:

определяется мощность эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД) в каждом помещении (комнате) в пяти точках на высоте 1 м над уровнем пола (четыре измерения по углам помещения и одно в центре). Максимальное и минимальное значение мощности дозы заносятся в таблицу;

производятся измерения плотности потока  $\beta$ - и  $\alpha$ - частиц в характерных точках внутри каждого помещения.

Во всех типах зданий измерению подлежат дверные и оконные блоки, пороги, ковры, мягкая мебель, печи и т. д. При обследовании зданий особое внимание следует обратить на крыши, водостоки, входы и выходы вентиляционных систем, щели, выбоины и т.д., где возможно скопление радиоактивных веществ. Результаты измерений заносятся в таблицу.

Поиск аномалий (превышений допустимых уровней радиоактивного загрязнения) осуществляется путем измерения плотности потока  $\beta$ - излучения в узлах сетки 1×1 м по всей обследуемой поверхности (для линейных объектов не менее одной точки на каждый погонный метр). При обнаружении аномалий проводится уточнение границ и оконтуривание аномалий.

Для малых аномалий, размеры которых менее 1 м<sup>2</sup> (для линейных объектов - менее 1 м), производится оконтуривание границ с погрешностью не более 10 см и определяется точка с максимальным значением плотности потока  $\beta$ - излучения. Описание аномалий, их расположение, размеры, характеристики поверхностей, а также значения максимальных загрязненностей заносятся в таблицу.

Для больших аномалий, размеры которых более 1 м<sup>2</sup> (для линейных объектов - более 1 м), в таблице описания аномалий приводятся сведения о местоположении и характеристиках загрязненных поверхностей, а также составляется схема с указанием значений плотности потока  $\beta$ - излучения в узлах сетки с шагом 1 м (для линейных объектов - через каждый погонный метр) и оконтуриванием границ аномалий с погрешностью не более 20 см.



Определение качественного радионуклидного состава радиоактивного загрязнения осуществляется при идентификации радиоактивных изотопов с помощью спектрометров.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : пособие : в 3 ч. – Минск: Дикта, 2008. – Ч. 3 : Радиационная безопасность / С.В. Дорожко [и др.]. – 307 с.
2. Тактика проведения аварийно-спасательных работ. Охрана труда и техника безопасности : учеб. пособие / Г.Ф. Ласуга [и др.]. – Минск : РЦСиЭ МЧС, 2011. – 318 с.

*А. Я. Калиновський, к. т. н., доцент, Р. І. Коваленко,  
Національний університет цивільного захисту України*

## ПОБУДОВА КОНЦЕПТУАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ КОНТЕЙНЕРНОЇ СИСТЕМИ ПОСТАЧАВАННЯ ЗАСОБІВ ТА ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ

Світовий досвід показує, що ефективність використання багатофункціональних мобільних пожежно-рятувальних комплексів контейнерного типу аварійно-рятувальними підрозділами при проведенні оперативних дій за призначенням є достатньо високою. Виходячи з цього в Україні ведуться роботи щодо розробки даного виду спеціальної техніки на вітчизняних виробництвах та розглядаються подальші перспективи щодо оснащення нею аварійно-рятувальних підрозділів [1, 2].



————— - матеріальний потік

----- - інформаційний потік

- . . - - фінансовий потік

**К** - доставка засобів пожежогасіння та спеціального обладнання в спеціальних контейнерах до місця проведення оперативних дій

**К1** - допоміжна доставка засобів пожежогасіння та спеціального обладнання в спеціальних контейнерах шасі-носіями до місця проведення оперативних дій у зв'язку з їх особливостями

**I** - повідомлення про виклик

**I1** - передача повідомлення про виникнення ПП до ПРП і оголошення інформації про кількість та види спеціальних контейнерів та спеціальних автомобілів, які будуть залучатися в процесі обслуговування виклику

**I2** - інформація про прямування до місця проведення оперативних дій, прибуття на місце, проведення оперативних дій на місці виклику, від'їзд з місця виклику

**I3** - інформація про необхідність залучення додаткових сил та засобів, необхідність виклику спеціальних служб та специфічна інформація, яку негайно необхідно передавати до оперативно-координаційного центру

**Ф** - фінансовий потік, який виникає у випадку надання платних послуг фізичним та юридичним особам

КПП - керівник проведення робіт

**Рисунок 1 – Концептуальна модель транспортно-логістичної контейнерної системи постачання засобів та оснащення до місць проведення оперативних робіт**

Можна припустити, що позитивний ефект можна очікувати у випадку оснащення багатофункціональними мобільними пожежно-рятувальними комплексами контейнерного типу пожежно-рятувальних підрозділів (ПРП), що вбачається в наступному:

- підвищення рівня функціональних можливостей особового складу ПРП;
- зменшення кількості залучень спеціальних автомобілів зі спеціалізованих аварійно-рятувальних загонів до проведення оперативних робіт в територіально віддалені райони виїзду, що дозволяють скоротити час реагування на небезпечні події та відповідно призведе до мінімізації їх наслідків.

Процес транспортного забезпечення пожежогасіння та аварійно-рятувальних робіт при оснащенні ПРП багатофункціональними мобільними пожежно-рятувальними комплексами контейнерного типу мав би певні особливості, і відмінними рисами від наявного можна вважати власне перевезення вогнегасних речовин та спеціального оснащення в кузовах-контейнерах, а також присутність операції завантаження-розвантаження кузовів-контейнерів. Така специфіка викликає необхідність побудови концептуальної моделі функціонування транспортно-логістичної контейнерної системи постачання засобів та оснащення для проведення пожежогасіння та аварійно-рятувальних робіт, що є необхідною умовою для ефективного транспортного забезпечення оперативних робіт.

При проведенні аналізу робіт [3, 4], було визначено загальну методику побудови транспортно-логістичної контейнерної системи та основні складові елементи, які повинні входити до неї. Розроблена концептуальна модель для процесу транспортного забезпечення оперативних робіт ПРП представлена на рис. 1. Складовими елементами наведеної на рис. 1 концептуальної моделі є: матеріальний потік (перевезення різноманітних вантажів в кузовах-контейнерах, які завантажені на шасі-носії (автомобіль, який обладнаний завантажувально-розвантажувальним механізмом)), інформаційний потік та фінансовий потік (положеннями чинного законодавства визначений перелік платних послуг, які мають право надавати ПРП фізичним та юридичним особам). У якості технічних засобів згідно [3] виступають шасі-носії, кузови-контейнери та гаражі ПРП, які можна використовувати у якості контейнерних пунктів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ренкас А. Г. До концепції створення багатофункціонального пожежно-рятувального автомобіля контейнерного типу [Електронний ресурс] / А. Г. Ренкас, М. І. Сичевський // Науковий репозитарій Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. – 2015. – Режим доступу : <http://ubgd.lviv.ua:8080/handle/123456789/831>
2. Ларін О.М. Перспективи впровадження пожежно-рятувальних автомобілів контейнерного типу в оперативну діяльність рятувальних підрозділів / Ларін О.М., Калиновський А.Я., Коваленко Р.І. // Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту : збірник наукових праць. VIII Міжнар. наук.-прак. конф. 19-21 жовтня 2015 р. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – С. – 93-96.
3. Контейнерная транспортная система : учеб. пособие / [Коган Л. А., Козлов Ю. Т., Ситник М. Д. и др.] ; под ред. Л. А. Когана. - [2-е изд.]. – М. : Транспорт, 1991. – 254 с.
4. Фридрихсон О. В. Формирование транспортно-логистической контейнерной системы доставки продукции металлургического предприятия автореф. дис. на соиск. науч. степени канд. техн. наук : 05.22.01 / Фридрихсон Олег Владимирович. – Екатеринбург, 2012. – 19 с.

*С. В. Качкар, к. т. н., доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України.*

#### **ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСОБУ ЛОКАЛІЗАЦІЇ НЕГАТИВНИХ ЯВИЩ ПІД ЧАС ГОРІННЯ ЗАБРУДНЕНИХ РАДІОАКТИВНИМИ ВІДХОДАМИ ЛІСОВИХ МАСИВІВ**

Аварія на ЧАЕС стала причиною найбільшої техногенної радіаційної катастрофи в історії людства. Відсутність у перші роки достатніх знань про властивості і поведінку радіоактивних випадінь не дозволяла в повній мірі коректно оцінювати екологічний ризик, особливо в ближній зоні аварії, прогнозувати вплив радіоактивного забруднення на навколишнє природне середовище, а також оптимізувати заходи щодо ліквідації наслідків надзвичайної ситуації.

Проаналізувавши радіаційний стан довкілля зони відчуження за результатами проведення радіаційно-екологічного моніторингу у 2013 році [1], можна констатувати, що більше 1,2 млн. га лісів, перш за все в зоні відчуження, а також за її межами утворились великі ділянки території – плями забруднення. Так, тільки в Чернігівській області лісами зайнято 20,3% території, торф'яниками – 5,37% території, приблизно 20% лісів радіоактивно забруднені  $^{90}\text{Sr}$  та  $^{137}\text{Cs}$  на рівні, що перевищує  $1\text{Ки}/\text{км}^2$ . На території Республіки Білорусь більше, ніж 1,7 млн.га, а в Росії більше 1 млн. га забруднено радіонуклідами із щільністю більше  $1\text{Ки}/\text{км}^2$ . Лісові пожежі, які регулярно виникають у зонах радіаційного забруднення ЧАЕС нині є найбільш небезпечним

природним явищем у лісах, яке є локальною небезпекою власне як для екосистем, так і регіональною для населення та довкілля на значній території. Статистичний аналіз звітності та інтерв'ювання працівників лісової охорони підтверджують, що головною причиною (90-100% випадків в різні роки) [1,2] виникнення лісових пожеж в радіаційно-забруднених лісах (далі – РЗЛ) є необережне поводження з вогнем та порушення правил пожежної безпеки населенням під час відвідування лісу.

В роботі наведені такі оцінки первинного затримання РН:

- сосновий молодняк повнотою 0,6 - 90 / 100%;
- сосновий ліс 25 років повнотою 0,8 - 70 / 90%;
- сосновий ліс 50-60 років повнотою 0,8 - 50 / 90%;
- березовий ліс 35-40 років повнотою 0,8 - 20 / 60%;
- травостій - 25 / 71%; • мохи - 96%.

Після первинного випадання на ліс радіоактивної частини містяться РН і адгезії їх на поверхню дерев і рослин відбувається вертикальна і горизонтальна міграція РН в результаті дії таких факторів, як атмосферні опади, вітер, опадання листя, хвої, часток кори і сорбції РН безпосередньо в живу тканину рослин.

Перенесення радіонуклідів з димом та золою від радіаційних лісових пожеж, які генерують відкриті джерела випромінювання, є головним шляхом вторинного забруднення з негативними наслідками для населення та довкілля. Таким чином, на значних площах РЗЛ створилася екологічна обстановка, якісно відмінна від незабруднених лісів. Головною особливістю її є підвищена вірогідність лісової пожежі та радіоактивного забруднення чистих територій, що знижує ефективність контрзаходів щодо нерозповсюдження радіонуклідів [3,4].

Для розуміння механізму розсіювання міграції радіоактивних речовин, розглянемо дві системи:

- забруднення радіонуклідами ґрунту лісового масиву до виникнення пожежі;
- перенесення радіонуклідів, розповзання плям забруднення в результаті пожежі, і, що особливо небезпечно, створення при певних умовах радіоактивного смогу.

Лісо-горючі матеріали (ЛГМ) виділяються на наступні 3 групи: наземні, надземні, підземні. А слідуючи роботі [5] необхідно для аналізу лісових пожеж при РЗ виділити дві великі групи ЛГМ: горючі матеріали приґрунтового покриву та лісової підстилки, горючі матеріали цілого деревостою (хвоя, листя, тонкі охвоєння або сухі гілки).

Лісові пожежі зазвичай починаються з загоряння опадів і приґрунтового покриву, і при запасі ЛГМ наземної групи менш 0,2 кг/м<sup>2</sup> стійке поширення вогню неможливо.

Маса лісової підстилки, згідно становить до 3 т / га в листяних лісах, а в сухих хвойних 3 - 6 т / га.

При лісовій пожежі природно вигоряє верхній висохлий шар лісової підстилки, і тому в роботі [6] виділяється: верхній шар лісової підстилки і нижній шар, при згорянні яких під час лісових пожеж утворюються різна кількість золи та недопалювання, найбільш забруднених РН.

На згарищах радіоактивна зола і недопал переносяться вітром за рахунок вітрової ерозії на прилеглу місцевість, що сприяє розповзанню радіоактивних забруднень. У результаті відбувається перерозподіл рівнів радіоактивного забруднення і протягом якогось часу неминуче підвищення радіаційного фону [7].

Горючі матеріали цілого деревостою (хвоя, листя, тонкі охвоєння або сухі гілки) по ГОСТ 21769-76 визначаються як деревна зелень. В роботі [7] наводяться дані про масу деревної зелені на 1 м<sup>3</sup> деревини в залежності від висоти дерев для найбільш горючих типів лісу

Для вирішення поставленого завдання істотне значення має відповідь на питання, яка маса ЛГМ згоряє при лісових пожежах.

При верховій пожежі може згорати значно більше ЛГМ.

Облік зольності і недопалювання ЛГМ має суттєво важливе значення, так як при лісових пожежах саме частинки золи і сажі є основними переносниками РН в газодимовому шлейфі. Результати досліджень цих характеристик ЛГМ наведені й узагальнені в роботі у вигляді таблиць золи та недопалу.

Дані про масу ЛГМ, величиною зольності і недопалу при лісових пожежах необхідно розглядати в комплексі з рівнем радіоактивного забруднення ЛГМ при лісових пожежах, так як це буде служити однією з відправних позицій для визначення перенесення РН газодимовими шлейфами лісових пожеж. Інакше кажучи, необхідна кількісна оцінка балансу радіоактивних забруднень лісу з урахуванням можливих коливань під впливом діючих факторів.

Нижче в таблиці наведені узагальнені дані про рівні забруднення цезієм-137 ЛГМ і продуктів їх згоряння - золи та недопалу в 5-кілометровій зоні ЧАЕС є ділянки з поверхневим РЗ до 300 МБк/м<sup>2</sup> з потужністю дози від 2 до сотень мР / год і наведені дані про радіоактивне забруднення "Рудого лісу" в зоні відчуження по території 96,6 га .

Лісова підстилка містить значну частку РН. У роботі [7] наводяться обширні дані по оцінці сумарного вмісту РН у лісовій підстилці і розподілу його по шарах.

Відзначається, що в лісах ближньої зони, забруднених переважно паливної компонентою. в лісовій підстилці міститься близько 85% РН. У таблиці 1 з цієї роботи наведені ці дані.

**Таблиця 1. – Розподіл радіонуклідів в профілі типових соснових лісів в% від загального забруднення**

Горизонт	% від цілого						
	1		2		3		
	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs
Вехній	1,2	0,4	0,9	0,4	1,3	0,9	0,8
Ферментативний	14,4	1,4	14,8	4,6	15,3	13,0	23,1
Гумусний	62,3	39,2	60,6	58,0	43,2	64,6	75,2
Всього в підстилці	77,9	41,0	76,3	63,0	59,8	64,6	99,1
0-5 см	19,5	40,8	20,1	23,4	37,6	23,8	0,9
5-10 см	0,9	5,7	1,2	4,5	1,7	6,7	<1,7
10-15 см	0,4	5,8	0,4	4,9	0,4	3,3	<0,4
15-20 см	0,2	6,7	0,3	4,2	0,1	1,6	<0,1
Всього в ґрунті	22,1	59,0	23,7	37,0	40,2	35,4	0,9
Щільність забруднення кБк/км <sup>2</sup>	155	134	996	347	12010	2084	148

Одним із засобів гасіння радіоактивних лісоматеріалів є застосування розчинів із

В роботі пропонується застосовувати добавки у воду, якою здійснюється гасіння пожежі, що забезпечить після її випаровування утворення плівки на поверхні ґрунту, згарища. Розчин готується шляхом змішування рівних об'ємів карбамідформальдегіної смоли та 25% водного розчину кристалогідратної солі Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·18H<sub>2</sub>O протягом часу, необхідного для желатинізації суміші. При застосуванні, отриманий гель розбавляють водою в об'ємному співвідношенні (1,0...1,5):1,0, він наділений підвищеною ізолюючою та охолоджуючою здатністю. Після нанесення розчину на поверхні ґрунту, згарища утворюється глеєва плівка, яка ізолює його від окиснювача та зв'язує дрібні часточки золи між собою, тим самим запобігаючи вторинному переносу радіоактивних речовин із продуктами горіння в зоні гасіння. При нанесенні розчину на поверхню палаюче згарище відбувається його вспінювання з утворенням твердої вогнестійкої піни.

**Висновки та подальші дослідження.** Встановлено, що при гасінні лісових пожеж, які регулярно виникають у зонах радіаційного забруднення в якості вогнегасної речовини ефективно застосовувати водний розчин із добавками карбамідформальдегіної смоли та 25% водного розчину кристалогідратної солі Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·18H<sub>2</sub>O. Це дозволить локалізувати негативні явища, що виникають при горінні забруднених радіоактивними відходами лісових масивів.

Подальші дослідження, на думку авторів, необхідно продовжити в напрямку підбору оптимальної рецептури приготування вищевказаного розчину, а також розробки заходів щодо зниження опромінення та захист учасників гасіння пожежі та осіб, які потрапили в зону формування та проходження радіоактивної аерозольної хмари продуктів горіння.

#### ЛІТЕРАТУРА

3. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2013 році. [Електронний ресурс]: за даними Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту. – режим доступу: URL: [http://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2013/2\\_8.pdf](http://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2013/2_8.pdf)
4. Зібцев С.В. Охорона лісів від пожеж у світі та в Україні – виклики XXI сторіччя та перспективи розвитку / С. В. Зібцев [та ін.] // Наук. вісн. НАУ. – К., 2012.
5. Зібцев С.В. Проблема радіаційних лісових пожеж на землях забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС / С.В. Зібцев // Наук. вісн. НАУ. – 2007. – Вип. 104. – С. 88–93.
6. Азаров С. І., Оцінка коефіцієнту ресуспензії радіонуклідів при лісових пожежах в Чорнобильській зоні/ Сидоренко, В. Л., Руденко О. В.// Тези доповідей щорічної наукової конференції, Інституту ядерних досліджень НАН України.-2011.- С.133-134.
7. Захист від радіації. Загальні принципи відбирання проб радіоактивних речовин із повітря: ДСТУ ISO 2889. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 56 с. – (Національні стандарти України).
8. Гаркавий С.Ф. Оцінка та прогнозування вторинного забруднення радіонуклідами навколишнього природного середовища внаслідок лісових радіоактивних пожеж: дис. ... кандидата технічних наук : 21.06.01/ Гаркавий Сергій Федорович. Черкаси, 2004. – 201с.
9. Гаркавий С.Ф. Лесные пожары в 30-километровой зоне отчуждения ЧАЭС как источник вторичного загрязнения территории радионуклидами. Научный вестник украинского научно-исследовательского института пожарной безопасности. Научный журнал №1(5), 2002. – С.177-181.

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАДІАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПІД ЧАС ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ**

Широкі масштаби і різноманітність форм антропогенної діяльності та використання земель в зоні відчуження істотно підвищили небезпеку пожеж та створили додаткові фактори ризику для пожежних під час боротьби з ними.

Періодично у зоні відчуження виникають пожежі різного масштабу і складності. За офіційними даними Міністерства екології, тільки впродовж 2012 – 2014 років у спекотний літній сезон зафіксовано до 15 пожеж. У 2015 році лише протягом літа відбулося 3 серйозні масштабні пожежі: 28 квітня 2015 року розпочалась найбільша пожежа за період існування зони відчуження (з 1991 року), яка пошкодила близько 10 000 гектарів території лісу; також 29 червня 2015 року виникла пожежа, яка займала площу більше 100 га лісових масивів «Північної пущі», а 10 серпня 2015 року виникла ще одна пожежа у «Північній пущі».

Після Чорнобильської аварії в 1986 р. найбільшому довготривалому радіонуклідному забрудненню  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{238-240}\text{Pu}$  і  $^{241}\text{Am}$  піддалася зона відчуження. Основна маса цих радіонуклідів під час аварійного викиду перебувала в матриці частинок опроміненого ядерного палива, так званої паливної компоненти чорнобильських радіоактивних випадінь. До теперішнього часу більше 80 % паливних гарячих частинок розчинилися в ґрунті, а радіонукліди включилися в процеси біогеохімічної міграції. Це призвело до того, що на даний момент в лісовій підстилці, деревостой і підліску може перебувати до половини активності  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$  від вмісту в ґрунті, а також менш 1 %  $^{238-241}\text{Pu}$  і  $^{241}\text{Am}$ , які знаходяться в нижній гуміфікованій частині підстилки [1, 2].

Територія зони відчуження є площинним відкритим джерелом іонізуючого опромінення, тому радіаційний фактор є однією з головних потенційних небезпек [3]. Обстановка, що може скластися під час пожежі на території зони відчуження зумовлена наступними факторами:

- можливе радіоактивне опромінення особового складу, забруднення спеціального одягу та пожежної техніки радіоактивними речовинами;
- наявність на об'єктах і ділянках місцевості місць з небезпечними рівнями радіації, у тому числі в лісових масивах і на торфовищах;
- складність, а в окремих випадках неможливість під'їзду техніки до місця пожежі через небезпечні рівні радіації та нерозвинену мережу доріг з твердим покриттям;
- вторинний перенос радіонуклідів з продуктами горіння на значну відстань.

До теперішнього часу у підстилці соснових лісів може міститися більше 50 % активності  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  від загального їх запасу в біогеоценозах. Найбільшу здатність до утримання радіонуклідів (більше 50 % активності) мають повнопрофільні потужні підстилки хвойних лісів, а мінімальної – малопотужні підстилки листяних лісів (менше 1 % активності). При цьому, в даний час більше 75 % активності радіонуклідів в лісовій підстилці зони відчуження зосереджено у шарі, що межує з мінеральним шаром ґрунту який розклався або напіврозклався [1, 2].

Доза внутрішнього опромінення учасників пожежогасіння може формуватися за рахунок інгаляційного надходження радіонуклідів через органи дихання. Під час пожежі відбувається високотемпературний витік радіонуклідів, а також формування дрібнодисперсного радіоактивного аерозолу за рахунок утворення попелу та конденсації радіонуклідів на різних носіях (наприклад – пил). Все це може призводити до збільшення приземної концентрації радіонуклідів в повітрі до сотень і тисяч разів.

Величина інгаляційної дози опромінення залежить від запасу радіонуклідів у горючому матеріалі. Частка горючого матеріалу, що згорить, залежить від виду пожежі і класу пожежної небезпеки для різних погодних умов, і змінюється від 0 % для деревини до 97 % для хвої чи листя. При цьому витік найбільш летючого  $^{137}\text{Cs}$  із згорілого матеріалу складає від 25 % до 75 % [2, 4].

Під час лучних і лісових пожеж вагомим джерелом витоку радіонуклідів може бути лісова підстилка або шар повсті немінералізованих трав на луках.

У ближній (10-км) зоні І ЧАЕС на паливних слідах радіоактивних випадінь доза внутрішнього опромінення учасників гасіння пожежі за рахунок інгаляції альфа-випромінюючих радіонуклідів і  $^{90}\text{Sr}$  може порівнюватись до дози зовнішнього опромінення.

Під час лугових і лісових пожеж на невеликих, віддалених від фронту вогню ділянках, у повітрі присутні радіоактивні аерозолі мікронного і субмікронного розміру. Найбільш небезпечними є альфа-випромінюючі радіонукліди  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ , що піднімаються в повітря з мікронними частинками пилу та попелу. Ефективність утримання таких часток фільтрами респіраторів сягає 98 % [2, 4].

Для забезпечення належного рівня безпеки підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України, правильного підбору необхідних засобів індивідуального захисту і прийняття рішень щодо стратегії і тактики боротьби з вогнем, необхідно враховувати не лише небезпечні фактори пожежі та їх вторинні прояви, а також ризик додаткового опромінення під час гасіння пожеж на радіоактивно забрудненій території зони відчуження.

Підрозділи Державної служби України з надзвичайних ситуацій, які беруть участь у гасінні пожеж на радіоактивно забруднених територіях, не мають відповідного методичного забезпечення.

Для цього, з метою мінімізації доз опромінення особового складу аварійно-рятувальних підрозділів, співробітниками Українського науково-дослідного інституту були розроблені Методичні рекомендації щодо забезпечення радіаційного захисту особового складу підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж у зоні відчуження. Вони призначені для підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України, які можуть бути задіяні для гасіння пожеж у зоні відчуження.

У рекомендаціях викладені наступні положення:

зонування зони відчуження з урахуванням радіаційної небезпеки для персоналу під час ведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт;

аналіз нормативних документів щодо радіаційного захисту персоналу під час ведення робіт у зоні радіоактивного забруднення;

вимоги до організації процесу гасіння пожеж у зоні відчуження;

розрахунок допустимого часу роботи в осередку радіоактивного забруднення;

способи та засоби забезпечення протирадіаційного захисту пожежних тощо.

Під час підготовки рекомендацій проаналізовано та використано положення законодавчих та нормативно-правових документів, результати досліджень Українського науково-дослідного інституту сільгоспродіології та Інституту державного управління у сфері цивільного захисту, матеріали спільного міжнародного науково-дослідного проекту ОБСЄ «Передовий досвід боротьби з природними пожежами на забруднених територіях і рекомендації щодо безпеки пожежних при пожежах на територіях з радіоактивним забрудненням».

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кашпаров В.А., Журба М.А., Киреев С.И., Зибцев С.В., Миронюк В.В. Оценка ожидаемых доз облучения участников пожаротушения в чернобыльской зоне отчуждения в апреле 2015 г. / В. А. Кашпаров, М. А. Журба, С. И. Киреев, С. В. Зибцев, В. В. Миронюк. – ISSN 1818-331X. Ядерна фізика та енергетика / Нац. акад. наук України, Ін-т ядерних дослідж. – Київ. 2015 Т. 16 № 4. С. 399 – 406.

2. Yoschenko V.I., Kashparov V.A., Protsak V.P. et al. Resuspension and redistribution of radionuclides during grassland and forest fires in the Chernobyl exclusion zone: part I. Fire experiments // J. of Environmental Radioactivity. – 2006. – Vol. 86, Iss. 2. – P. 143 – 163.

3. Гігієнічні нормативи «Основні контрольні рівні, рівні звільнення та рівні дії з радіаційного забруднення об'єктів зони відчуження і зони добровільного (безумовного) відселення», затверджені окремим дорученням Головою ДАЗВ України № ВД-95 від 28.11.2013. Режим доступу: <http://document.ua/osnovni-kontrolni-rivni-rivni-zviltennja-ta-rivni-diyi-shodo-nor17548.html>.

4. Йоханн Георг Голдаммер, Валерий Кашпаров, Сергей Зибцев, Стефан Робинсон. Передовой опыт борьбы с природными пожарами на загрязненных территориях и рекомендации по безопасности пожарных при пожарах на территориях с радиоактивным загрязнением / Йоханн Георг Голдаммер, GFMC; Валерий Кашпаров, УкрНИИСХР НУБіП України; Сергей Зибцев, REEFMC НУБіП України; Стефан Робинсон, «Зеленый крест – Швейцария». Режим доступа: [www.fire.uni-freiburg.de/.../OSCE-GFMC-Report-Fire-Management-Contaminated-T](http://www.fire.uni-freiburg.de/.../OSCE-GFMC-Report-Fire-Management-Contaminated-T).

*І. С. Колесник, к. т. н., доц, Д. Лисак, О. Недоснований,  
Вінницький національний технічний університет*

#### МАНПУЛЮВАННЯ СВДОМІСТЮ ІНДІВІДА, ЯК ОДИН ІЗ ЧИННИКІВ ВИНІКНЕННЯ ТЕХНОГЕННИХ КАТАСТРОФ

При дослідженні проблем, які стосуються системи забезпечення техногенної безпеки було розглянуто такі суттєво важливі принципи життєдіяльності в системі "людина - середовище проживання", як принцип інтегрування небезпек та інформування про них, принцип класифікації об'єктів середовища проживання, принцип поділу гомосфери і ноксосфери та принцип формування слабкої ланки в техногенній системі.

Мета безпеки життєдіяльності полягає в прагненні до виключення контактів гомосфери людини і ноксосфери середовища її перебування, проте, принцип поділу гомосфери і ноксосфери, принцип забезпечення превентивного надлишкового запасу, принцип формування слабкої ланки в техногенній системі в сукупності з іншими принципами не завжди можуть забезпечити виконання поставленої мети.

Особливість точки зору авторів на загальноприйняті поняття полягає в зміні акцентів при визначенні слабкої ланки системи захисту та розмежуванні гомосфери та ноксосфери. Суть нового нестандартного підходу щодо поставленої проблеми полягає в тому, щоб розглядати людський фактор як слабку ланку в системі захисту та причину виникнення ноксосфери. Негативна роль ЛФ може проявлятися у відсутності своєчасного втручання; помилковому втручанні; правильному, але несвоечасному втручанні; надлишковому або шкідливому втручанні.

На думку автора довідника «Рукотворні Катастрофи» Лі Девіса, загальними причинами, які ініціюються ЛФ при виникненні техногенних катастроф є дурість, недбалість і користь. Але крім цього можна висунути гіпотезу про те, що людина поводить себе в різних ситуаціях тим чи іншим чином не лише завдяки вищеперерахованим причинам, але ще й завдяки маніпулюванню її свідомістю сторонніми особами.

Оксфордський словник англійської мови трактує маніпуляцію як «акт впливу на людей або управління ними зі спритністю, особливо із зневажливим підтекстом, як приховане управління та обробка». Виданий в 1969 році в Нью-Йорку «Сучасний словник соціології» визначає маніпуляцію як «вид застосування влади, при якому той, який володіє нею впливає на поведінку інших, не розкриваючи характер поведінки, якого він від них очікує». Як приклад можна привести ситуацію, коли на основі цієї влади вибухають сплески прямого та непрямого тероризму, що часто призводять до техногенних катастроф.

Перевизначимо тепер поняття «маніпуляція свідомістю».

Маніпуляція свідомістю - це процес свідомого навіювання помилкової інформації, яка зумовлює наступні вчинки людини. При цьому під навіюванням розуміється вторгнення в розумі людини якоїсь ідеї; зустрінутої великим або малим опором, поки вона, нарешті, приймається без критики і виконується без осуду. Дія без розуміння - ось ключовий момент, з якого починається будь-яка маніпуляція [1].

Відома модель Бредфорда-Коена [5] конформізму-нонконформізму в групі. Зміна думки індивіда щодо якогось рішення описується марковським процесом з станами 1) «конформіст», 2) «тимчасовий конформіст», 3) «тимчасовий нонконформіст», 4) «нонконформіст». Цю модель ми будемо наближати до реальності, якщо врахувати залежності ймовірності переходи від розмірів групи:

$$x^{<i+1>} = M * x^{<i>} \Rightarrow x^{<i+1>} = Mp(x1, x4) * x^{<i>}$$

де  $x = (x1, x2, x3, x4)$  - вектор кількості учасників групи в кожній з станів,  $x1, x4$  - кількість «нонконформістів» і «конформістів» відповідно,  $M, Mp(x1, x4)$  - матриці перехідних ймовірностей лінійної і нелінійної моделі.

Модель Бредфорда-Коена є лінійною. Для коректного відображення реальних ситуацій зміни переконань необхідно врахувати ефект «навчання» (зміни ймовірностей переходу, інтенсивність обміну інформацією, умови праці). Нагадаємо, що навчатися можна не тільки хорошого, але і поганого.

Інтерпретація моделі і результати моделювання: якщо вважати, що «нонконформісти - це агент вторгнення і його команда, а стовпчики праворуч - кількість індивідів, які можуть бути завербовані за допомогою технологій маніпулювання свідомістю, то однакове «бачення» стратегічних проблем бізнес одиниць і певний патріотизм істотно підвищує рівень захисту підприємства від зовнішніх загроз за допомогою маніпулювання свідомості окремих працівників.



Рисунок 1 - Стани захищеності об'єкта

Забезпечення техногенної безпеки складного об'єкту завжди була актуальною задачею. Однак ця задача полегшується і одночасно ускладнюється такими фактором: в останні роки з'явилась велика кількість ефективних програмно-апаратних засобів спостереження, сигналізації, управління захистом, створився новий сектор «засоби спостереження за персоналом».

За результатами аналізу методів і технологій маніпулювання свідомістю можна запропонувати концепцію побудови підсистеми запобігання спробам маніпулювання свідомістю співробітників організації. Суть концепції: на основі системи моделей поведінки окремого індивіда та персоналу підприємства виконувати контроль, виявляти індивіди нестійкі до психологічного впливу, орієнтуватися на протидію спробам маніпулювання свідомістю.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Беллман Р. Некоторые вопросы математической теории управления. / Беллман Р., Гликсберг И., Гросс О. – М.: Изд. иностр. литер., 1962. – 233с.

3. Кара-Мурза С. Г. Манипуляция сознанием. — М.: Алгоритм, 2004. — 528 стр.
4. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. — М.: «Наука», 1986.
2. Lee Davis. Man-Made Catastrophes. Facts on File; Revised edition. — 416 p. — ISBN-13: 978-0816044184.
5. Аллан Р. Коэн, Дэвид Л. Брэдфорд. Искусство управлять людьми. — 352с. АСТ, 2008.

*О. В. Корнієнко, М. І. Копильний, Р. В. Ліхнівський, В. І. Харченко, УкрНДІЦЗ,  
М. В. Білошицький, к. х. н., с. н. с., доцент, ІДУЦЗ*

### **ЗАСТОСУВАННЯ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЗАГОРОДЖУВАЛЬНИХ СМУГ ПІД ЧАС ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ**

Пожежі у природних екосистемах привносять свою частку у загальну статистику пожеж, що відбуваються у країні та мають тенденцію до щорічного зростання. До пожеж у природних екосистемах відносяться лісові, торф'яні, на відкритих територіях (ландшафтні, степові), а також пожежі на сільськогосподарських угіддях.

Згідно статистичних даних Центра Пожежної Статистики Міжнародної Асоціації Пожежно-рятувальних служб (СТІФ) [1], які аналізують стан з пожежами у 23 країнах світу, щороку приблизно 16,8 % всіх пожеж в 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 заподіюються шкода екосистемі та матеріальні збитки державі й населенню.

Світовий досвід боротьби з пожежами у природних екосистемах вказує на застосування вогнеборцями загороджувальних смуг, за межі яких вогонь не поширюється. Останні створюються розпиленням водних розчинів хімічних речовин з вогнезахисними властивостями. В Україні наразі такий спосіб локалізації пожежі не застосовується. Стосовно ж розчинів антипіренів то слід зазначити, що в період існування СРСР вони вироблялися Державною установою «НЮХІМ» (м. Харків). Найбільше застосування в той період знайшли засоби ОС-5, ОС-5У, ОС-А1. Переважно вони застосовувалися під час гасіння лісових пожеж, водні розчини яких наносилися на лісову підстилку, утворюючи вогнезахисну загороджувальну смугу яка перешкоджала поширенню полум'я. Дані по окремих засобах наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Засоби ОС-5 та ОС-А1 з вогнезахисними властивостями, що застосовуються для прокладання захисних смуг.

Торгова назва засобу	Повна назва засобу з вогнезахисними властивостями	Концентрація робочого розчину
ОС-5 (порошок помаранчевого або червоного кольору) ТУ 6-18-61-88	водний розчин діамонійфосфату та карбаміду	10-15 %
ОС-А1 (порошок) ТУ 6-46-014-92	водний розчин діамонійфосфату і карбаміду з добавками	10-15 %

На теперешній час тактика застосування речовин з вогнезахисними властивостями майже не змінилася, а такі засоби, як ОС-5 та ОС-5У і досі використовуються та вважаються одними з найефективніших [3].

Так, наприклад, у Російській Федерації відповідно до п. 60 та п. 61 «Правил гасіння лісних пожеж» [4] загороджувальні смуги прокладаються шириною у 1,4 м при слабких і середніх низових лісових пожежах (швидкість поширення полум'я не більше 3 м/хв) та шириною до 9 м при сильних лісових пожежах (швидкість поширення полум'я більше 3 м/хв). Кінцівки загороджувальних смуг повинні впіратися у природні або штучні протипожежні бар'єри. Для створення загороджувальних смуг тривалістю не більше однієї години можливо застосовувати воду зі змочувальниками, а для забезпечення більш довготривалої дії використовуються хімічні речовини з вогнезахисними властивостями [5].

До сучасних засобів з вогнезахисними властивостями відноситься сповільнювач полум'я FR CROS 134Т виробництва компанії «Budenheim» (Німеччина) [6] та хімічний склад «Метафосил», розроблений НДІ фізико-хімічних проблем спільно з Інститутом ліса НАН Республіки Білорусь [7]. «Метафосил» з 1996 року серійно випускається Гомельським хімічним заводом згідно технічних умов [8]. Вогнезахисний хімічний склад «Метафосил» призначений для прокладання профілактичних протипожежних довгострокових загороджувальних смуг та гасіння лісових пожеж, у тому числі в забруднених радіонуклідами зонах. За результатами проведених натурних випробувань було встановлено, що загороджувальні смуги, створені за



допомогою 10% водного робочого розчину засобу при нанесенні його на горючий матеріал з витратою 1,0-2,5 кг/м<sup>2</sup>, здатні зберігати вогнезахисні властивості до 45 діб. Засіб не корозійно активний, не токсичний, екологічно, пожежо- та вибухобезпечний. «Метафосил» рекомендований до мінімального переліку засобів пожежогасіння, які повинні мати пожежно-хімічні станції.

Сповільнювач полум'я FR CROS 134T успішно пройшов випробування у лісництвах Ханті-Мансійського автономного округу - Югри у 2015 році (рис. 1).



**Рис. 1 – Зовнішній вигляд загороджувальної смуги з використанням сповільнювача полум'я FR CROS 134T**

Під час оброблення сухої трав'яної рослинності, в залежності від її висоти та швидкості вітру, прокладалися смуги шириною від 0,3 м до 2 м. За результатами випробувань засіб рекомендовано у Російській Федерації для боротьби з пожежами у природних екосистемах. Згідно з даними компанії «Budenheim» для оброблення рослинності площею у 3000 м<sup>2</sup> необхідно приготувати робочий розчин, що складається з 600 л ретранду та 2400 л води.

Для прокладання загороджувальних смуг у важкодоступних місцях використовуються спеціальні засоби ОС-А1, ОС-А2 та ОСБ-1 [9].

На теперішній час в Українському науково-дослідному інституті цивільного захисту проводяться дослідження щодо встановлення можливості використання сертифікованих в Україні вогнезахисних речовин для створення загороджувальних смуг під час гасіння пожеж у природних екосистемах.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. World Fire Statistics. STIF Report (Світова пожежна статистика. Звіт Міжнародної Асоціації Пожежно-рятувальних служб), 2015. – 63 р.
2. Наказ ДСНС України від 7 квітня 2016 року N 168 «Про організацію заходів з протидії пожегам у природних екосистемах у 2016 році – 6 с.
3. Н.Д. Гуцев, Н.В. Михайлова. Результаты изучения свойств современных огнетушащих составов для борьбы с лесными пожарами: Тезисы докладов V Международной научно-практической конференции, 31 мая – 2 июня 2016 г., Санкт-Петербург, ФБУ «СПБНИИЛХ». СПб: СПБНИИЛХ, 2016. – 161 с.
4. Правила тушения лесных пожаров Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России) от 8.07. 2014 г. N 313 г. Москва "Об утверждении Правил тушения лесных пожаров".
5. Способы и средства тушения лесных пожаров водой [Електронний ресурс]/ Федеральное агентство лесного хозяйства – Режим доступа: <http://www.aviales.ru/default.aspx?textpage=120>.
6. Каталог продукції компанії ТОВ «Лесхознаб» [Електронний ресурс] – Режим доступу:<http://lessnab.com>.
7. Пат. 13269 Республика Беларусь, Композиция для приготовления огнезащитного состава для превентивной обработки лесных горючих материалов и предотвращения лесных пожаров / Богданова В.В., Кобец О.И., Лахвич В.В., заявитель патентообладатель Учреждение Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем», № 20081158, опубл. 30.04.2010.
8. ГУ РБ 05568284.004-96 Состав огнезащитный химический «Метафосил» / Разработчики: Институт леса НАН Беларуси, НИИ ПФП и НИИ ФХП БГУ, 1996.- 35 с.
9. Иванов В.А., Иванова Г.А., Москальченко С.А. Справочник по тушению природных пожаров; Проект ПРООН/МКИ «Расширение сети ООПТ для сохранения Алтае-Саянского экорегиона» - 2-е изд., перераб, и доп. – Красноярск, 2011.-130 с.

## ВИЗНАЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ ЗОН ВЕДЕННЯ АВАРІЙНИХ РОБІТ ПІД ЧАС ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У РЕЗЕРВУАРАХ З НАФТОПРОДУКТАМИ

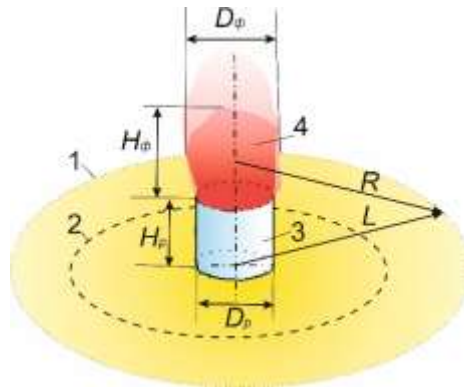
Ліквідація надзвичайних ситуацій завжди проходить в умовах дефіциту часу і інформації. Навіть використання обчислювальної техніки не дозволяє швидко оцінити теплову обстановку через відсутність необхідних вихідних даних. Наприклад, прийняття рішення про вибір безпечної кордону гасіння або застосуванні протитеплових засобів захисту особового складу має ґрунтуватися на якихось первинних прогнозах обстановки. В якості альтернативи слід застосовувати спрощені залежності, діаграми, таблиці, за допомогою яких можна швидко оцінити рівень теплових потоків. Пропонується наступний варіант попереднього експрес - розрахунку для палаючих резервуарів з нафтопродуктами [1].

Якщо розглядати пряме випромінювання палаючих нафтових продуктів, то можна використовувати такі відомі вихідні відомості [2]. Висота факела над палаючим резервуаром діаметром  $D$ , згідно з експериментальними даними, становить  $H_{\phi}=(1...1,5)D$ .

Схематично розподіл теплових потоків при горінні нафтопродуктів в резервуарі можна зобразити в такий спосіб (рис.1). Факел палаючих парів піднімається над зрізом резервуара на висоту  $H_{\phi}=(1...1,5)D$ . Позначивши висоту резервуара як  $H_p$ , центр факела знаходиться приблизно на висоті  $H_{\psi}=(0,5...0,75)D+H_p$ . Співвідношення між діаметром резервуара і його висотою є величиною постійною для конкретної споруди, позначимо:  $D/H_p = k_p$ .

Тоді

$$H_{\psi} = (0,5...0,75) H_p k_p + H_p = [(0,5...0,75) k_p + 1] H_p. \quad (1)$$



**Рисунок 1 Параметри обстановки при горінні нафтопродуктів в резервуарі:**

1,2 - відповідно межі зон безпечної роботи в спецодязі і з застосуванням протитеплових засобів;  
3 - резервуар; 4 - факел пожежі;  $H_p, H_{\phi}, D_p, D_{\phi}$  - висоти і діаметри резервуара і факела горіння;  
 $R, L$  - відстань до центру факела;  $L$  - відстань до центру резервуара.

Аналіз геометричних розмірів типоряду резервуарів для зберігання нафти і продуктів її переробки показав, що відношення висоти до діаметру для місткості до  $3000 \text{ м}^3$  становить в середньому  $k_p= 1,2$ , для резервуарів більшого розміру її середня величина складає  $k_p= 2,48$ .

Величина висоти розташування центру факела, виходячи з виразу (1), складе:

- для резервуарів місткістю до  $3000 \text{ м}^3$

$$H_{\psi} = [(0,5...0,75)/1,2+1] H_p = (1,4..1,6) H_p; \quad (2)$$

- при місткості більше  $3000 \text{ м}^3$

$$H_{\psi} = [(0,5...0,75)/2,48+1] H_p = (1,2..1,3) H_p; \quad (3)$$

Відстань  $R$  від центру факела до рятувальника визначається з геометричних викладок

$$R^2 = L^2 + H_{\psi}^2,$$

де  $L$  - відстань по горизонталі від центру резервуара до пожежного, м.

Для наближеної оцінки впливу прямих теплових променів при горінні світлих нафтопродуктів можна вираз (2) можна спростити:

$$q = \frac{f \cdot Q_n}{4 \cdot \pi \cdot (L^2 + H_{\psi}^2)} = \frac{0,75 \cdot Q_n}{12,56 \cdot (L^2 + H_{\psi}^2)} = \frac{0,06 \cdot Q_n}{(L^2 + H_{\psi}^2)}. \quad (4)$$

Для нафтопродуктів типу бензин, газ, мазут приймають  $\beta_{nz} = 0,85$ .  $Q_n$  — нижня теплота згоряння найбільш поширених рідких вуглеводнів (наприклад, бензин - 41,87, газ - 43,54, МДж/кг) в середньому становить 42,7 МДж/кг, молекулярна маса в середньому  $M=260$ .

Для оперативних розрахунків зовнішнього теплового навантаження на рятувальника від палаючих в резервуарах нафтопродуктів, на основі виразу (4), рекомендована наступна наближена формула:

$$q \approx \frac{750 \cdot V}{(L^2 + H_y^2)} \quad (5)$$

Мінімальна відстань, на якій можна проводити оперативні дії без застосування засобів протитеплового захисту, і де інтенсивність тепловиділення не перевищує  $q_{без}=5,6$  МДж/м<sup>2</sup>·год., підставляючи в (5) маємо

$$5,6 \approx \frac{750 \cdot \pi \cdot D^2}{(L^2 + H_y^2)},$$

звідки

$$L = \sqrt{102,45 D^2 - H_y^2} \quad (6)$$

З виразу (6) випливає, що радіус безпечної зони  $L$  величина постійна, зумовлена геометричними параметрами резервуарів з продуктами переробки нафти. Ця зона може бути завчасно нанесена на плани нафтозховищ, позначена в оперативних документах. Доцільно заздалегідь позначити її на місцевості, що істотно забезпечить роботу молодшого командного і рядового складу частин служби надзвичайних ситуацій, особливо тих, які перебувають згідно диспозиції.

При інженерному обладнанні резервуарних парків, крім обвалування, слід звести екрануючі споруди в місцях розташування внутрішньооб'єктної пожежної арматури: засувки, гідрантів, пожежних гайок тощо. При цьому слід ґрунтуватися на розрахункових значеннях інтенсивності і векторі теплового випромінювання вогнища горіння.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Костенко Т.В. Разработка метода оперативного прогноза тепловой нагрузки на спасателей при тушении горящих резервуаров с нефтепродуктами / Т.В. Костенко, В.К. Костенко / Вестник университета гражданской защиты МЧС Беларуси, Т.1, №1, 2007, С.54-62.
2. Основи теорії розвитку та припинення горіння/ Г.І.Єлагін, М.Г.Шкарабура, М.А.Кришталь, О.М.Тіщенко.- Підручник/ Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля. Черкаси: 2013.-460с.

*А. В. Коцуба, філіал «Інститут переподготовки и повышения квалификации» УГЗ МЧС Беларуси*

#### РАСЧЕТ ЗАПАСОВ ЛЕСНЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Несмотря на значительное снижение количества пожаров произошедших в лесах на территории Республики Беларусь за 2016 год – 319, (2015 г. - 1218) решение данной проблемы остается актуальной до настоящего момента. Что касается масштабов всей планеты, то на ней возникает до 400 тысяч лесных пожаров, при этом пожарами повреждается около 0,5% общей площади лесов и выбрасывающих в атмосферу миллионы тонн продуктов сгорания [1].

Немногие деревья способны переживать повторяющиеся ежегодно или с интервалом в несколько лет пожары, а большинство пород вообще не переносит огонь. Почти на каждой материке территории, лишённые деревьев из-за частых пожаров, занимают площади от нескольких гектаров до тысяч квадратных километров. Частые пожары не позволяют развиваться лесу и приводят к распространению иных типов растительности, в частности травяной. Пожары уничтожают ценную древесину и пагубно влияют на лесовозобновление. Они приводят к ухудшению состояния водосборных бассейнов, снижают рекреационную ценность ландшафтов. При этом страдают и гибнут не только деревья, но и дикие животные, сгорают жилые дома и другие постройки, погибают люди.

В пределах лесных регионов пожары могут оказывать сильное воздействие на состав лесов. При отсутствии пожаров эти виды со временем замещаются другими древесными породами. В лесном хозяйстве сейчас используется метод запланированных палов, благоприятствующих росту пожароустойчивых древесных пород с ценной древесиной.

Исследование запасов лесных горючих материалов (далее - ЛГМ) выполнено в наиболее распространенных и пожароопасных фитоценозах Республики Беларусь – сосняках мшистых, вересковых и лишайниковых, которые занимают 62,6% от площади лесов сосновой формации; - ельниках мшистых, кисличных и черничных (86,0% от лесов еловой формации); - березняках мшистых, папоротниковых, брусничных и черничных (74,1% от лесов березовой формации) [2].

ЛГМ с учетом ярусного расположения и морфологического строения разделяют на 3 основные группы, генетически связанные с характером лесных пожаров: I — наземные, II—надземные и III—подземные. Запас ЛГМ наземной группы имеет принципиальное значение: при запасе 0,2 кг/м<sup>2</sup> и менее устойчивое распространение горения невозможно. При исследованиях природы лесных пожаров выделены 2 крупные группы ЛГМ: горючие материалы в напочвенном покрове и лесной подстилке; горючие материалы в пологе древостоя [2].

Лесные горючие материалы напочвенного покрова и подстилки: включают в свой состав травы и кустарнички, мхи, лишайники, опад, валеж (мелкие ветки), подстилку. Опад и живой напочвенный покров — это те горючие материалы, от загорания которых начинаются лесные пожары. Опад участвует в формировании лесной подстилки и почвы. Количество опада зависит от породного состава, возраста и густоты насаждения. Наименьшее количество опада в хвойных насаждениях из сосны и ели, несколько большее — в мелколиственных из березы и осины, наибольшее — в широколиственных лесах из дуба, липы и других пород. Например, ежегодный опад в сосняке 1,5—3 т/га, ельнике 1,8—2,5, дубраве 3,5—4,5 т/га абсолютно сухого вещества [3].

Лесные горючие материалы полого древостоев — хвоя, листья, тонкие охвоенные или сухие веточки диаметром до 7 мм. Эти ЛГМ, из крон деревьев, особенно молодняков, практически подходят под понятие древесная зелень по ГОСТ 21769. Древесная зелень включает массу хвои, охвоенных веточек диаметром 6—8 мм, а также листьев и тонких веточек. Масса хвои колеблется в зависимости от возраста насаждения [2]. В соответствии с [3] коэффициент вариации запасов ЛГМ в хвойных насаждениях в пределах типов леса составлял: сосняках мшистый — 22,8-24,7%; сосняк вересковый — 20,8-22,6%; сосняк — лишайниковый — 14,8-18,2%; ельник мшистый — 25,1-27,3%; ельник кисличный — 20,9-22,1%; ельник черничный — 19,1-21,7%.

Запасы горючих материалов второй группы (полог древостоев) определены [2] при помощи нормативных материалов для таксации леса и лесотаксационных справочников [4-6], на основании запасов технической (древесной) зелени и сучьев в хвойных насаждениях республики и таблиц их хода роста.

Наибольшие запасы горючих материалов наземной группы отмечены в сосновых насаждениях в возрасте от 11 до 40 лет. В средневозрастных и приспевающих насаждениях запасы ЛГМ несколько снижаются, соответственно снижается и класс их природной пожарной опасности. Максимальные запасы горючих материалов имеют место в насаждениях в возрасте 31-40 лет.

Известно, что в природно-климатических условиях Беларуси в еловых древостоях максимальное количество горючих материалов наземной группы накапливается в возрасте 41-60 лет и достигает 59,9 т/га, что существенно выше, чем в сосновых [2]. Причем, наибольшие запасы горючих материалов формируются в ельниках кисличного типа, несколько ниже — в черничных и мшистых (табл. 1). В березовых древостоях максимальные запасы формируются в березняках мшистого и папоротникового типа в возрасте 15-20 и 21-30 лет соответственно и достигают 19-20 т/га (табл. 2).

**Таблица 1 Накопление горючих материалов наземной группы в еловых насаждениях различных возрастов и типов леса**

Возраст лет	Запасы горючих материалов в абсолютно сухом состоянии по типам леса, т/га					
	не загрязненные радионуклидами территории			загрязненные радионуклидами территории (при плотности > 15 Ки/км <sup>2</sup> )		
	Е. кисличный	Е. черничный	Е. мшистый	Е. кисличный	Е. черничный	Е. мшистый
11-20	20,4-27,2	19,7-26,1	18,4-24,0	-	-	-
21-40	24,7-38,2	21,8-34,5	20,5-32,6	28,0-41,6	24,8-40,4	23,4-38,9
41-60	34,1-55,0	32,5-52,1	30,8-49,7	37,3-59,9	35,6-54,1	32,1-52,8
61-80	30,7-53,0	30,4-47,2	27,1-46,4	33,8-56,2	32,0-49,4	29,2-48,7

**Таблица 2 Накопление горючих материалов наземной группы в березовых насаждениях различных возрастов и типов леса**

Возраст, лет	Запасы горючих материалов в абсолютно сухом состоянии по типам леса, т/га			
	Березняк черничный	Березняк брусничный	Березняк мшистый	Березняк папоротниковый
15-20	9,1-9,8	-	-	18,0-19,5
21-30	7,5-9,2	7,9-8,4	19,0-20%	-
31-40	-	-	-	-
41-50	17,5-18,2	-	16,5-16,8	-

На основании нормативных материалов по таксации лесных насаждений и лесотаксационных справочников [4-6] определены запасы лесных горючих материалов в пологе хвойных насаждений. Известно, что максимальные запасы ЛГМ данной группы имеют место в 40-60-летних сосняках и ельниках. Наблюдается увеличение накопления горючих материалов в пологе хвойных древостоев с улучшением условий их местопроизрастания. Например, наибольшее количество горючих материалов накапливается в сосняках и ельниках кисличных, наименьшее – в сосняках лишайниковых и ельниках осоковых и осоково-сфагновых [2].

Заметное влияние на процесс накопления горючих материалов в лесных насаждениях имеет их исходная густота и возрастная динамика полноты.

Так, в работе [7] изучено влияние вида пожаров и их интенсивности на количество сгорания горючих материалов наземной группы в лесных насаждениях различных типов леса, установлена прямая зависимость количества сгоревших горючих материалов от вида и интенсивности пожара.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Гарнаев А.Ю., Гарнаев С.Ю. Web-программирование на Java и JavaScript. – СПб, 2005. – 1040 с.
2. Усеня В.В. Лесные пожары, последствия и борьба с ними: - Речица: КУПП «Титул», 2003. - 205с.
3. Усеня В.В. Запасы горючих материалов сосновых насаждений и борьба с лесными пожарами // Состояние и мониторинг лесов на рубеже XXI века. – Минск, 1998. – С. 237-239.
4. Нормативные материалы для таксации леса Белорусской ССР / Под ред. Багинского В.Ф. – М., 1984. – 308 с.
5. Справочник лесоустроителя Беларуси. – Минск: Вышэйшая школа, 1973. – 268 с.
6. Справочник таксатора / В.С. Мирошников, О.А. Труль, В.Е. Ермаков и др. / Под общ. ред. В.С. Мирошникова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: Ураджай, 1980. – 360 с.
7. Колесников Б.П., Санников Н.С., Санникова С.Н. Влияние низового пожара на структуру древостоя и возобновление древесных пород в сосняках черничном и бруснично-черничном // Горение и пожары в лесу: Сб.тр. Ин-т леса и древесины Сибирского отделения Акад. наук СССР, 1973.- С.301-321.

*Т. М. Кришталь, д. е. н., доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗУ*

#### ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОПЕРАТИВНОГО РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ

Для боротьби з надзвичайними ситуаціями (НС) в Україні створено єдину державну систему цивільного захисту (ЄДСЦЗ), складовою якої є органи управління та підрозділи ДСНС України, від оперативності, якості й ефективності роботи яких залежить забезпечення техногенної та пожежної безпеки в державі.

У разі виникнення найбільш характерних НС органи управління та підрозділи ДСНС України діють відповідно до Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та наказу МНС України від 15.08.2008 № 592 «Про затвердження алгоритмів дій та методик пошуку і рятування людей під час виникнення найбільш характерних надзвичайних ситуацій» [1, 2].

Організація оперативного реагування на НС полягає у поетапному здійсненні організаційних і управлінських заходів – від планування реагування на НС, інформування, переведення органів управління і сил у вищі ступені готовності, безпосереднього управління ними, організації взаємодії і всебічного забезпечення до забезпечення безпеки людей в зоні НС [3].

Відповідно алгоритм оперативного реагування на НС буде наступний:

- Планування реагування на НС.
- Інформування у режимі підвищеної готовності та у режимі НС.
- Переведення органів управління, сил та засобів у режим підвищеної готовності та у режим НС.
- Дії органів управління, сил та засобів у режимі підвищеної готовності та у режимі НС.
- Організація управління реагуванням на НС.
- Утворення угруповання сил та засобів реагування на НС.
- Організація взаємодії у режимі підвищеної готовності та у режимі НС.
- Організація основних видів забезпечення під час дій у зоні НС.
- Забезпечення безпеки під час дій у зоні НС.

Організація управління ліквідацією НС та їх наслідків є однією із найважливіших складових процесу реагування на НС і вплив її зростає пропорційно масштабу НС, складності обстановки, збільшенню кількості залучених сил та потреби в матеріальних засобах.

Головним завданням управління в умовах НС є забезпечення ефективного застосування можливостей залучених сил та успішне виконання ними завдань у визначені терміни за будь-яких умов.

Основою управління є рішення керівника робіт з ліквідації НС, який несе повну відповідальність за управління підпорядкованими силами та успішне виконання завдань. Рішення керівника робіт з ліквідації наслідків НС оформляється розпорядженням. Підготовка розпоряджень керівника, їх реєстрація в установленому порядку після підписання та доведення до виконавців здійснюється штабом з ліквідації наслідків НС. Розпорядження керівника робіт з ліквідації наслідків НС є обов'язковими для виконання всіма суб'єктами, які беруть участь у ліквідації наслідків НС, а також громадянами і суб'єктами господарювання, розташованими у зоні НС.

Організаційно-технічну основу управління підрозділами ДСНС України складає система управління, яка включає: органи управління, пункти управління та системи зв'язку, оповіщення і автоматизації управління. Система управління повинна мати високу ступінь готовності, забезпечувати надійність функціонування її складових та можливість як централізованого, так і безпосереднього управління підрозділами [1].

З метою своєчасного виявлення загрози або факту виникнення НС, оперативного залучення сил і засобів суб'єктів реагування для ліквідації небезпечних проявів НС, збереження життя та здоров'я людей, мінімізації можливих матеріальних втрат між оперативно-черговими та диспетчерськими службами територіальних управлінь центральних органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій, незалежно від форми власності і господарювання організовується повсякденне взаємоінформування та встановлюється порядок оповіщення про НС.

Організація робіт з реагування на НС передбачає використання державної системи пунктів управління та центрів управління в НС; утворення спеціальних комісій з ліквідації наслідків НС; призначення керівника робіт з ліквідації наслідків НС; утворення штабу з ліквідації наслідків НС; визначення потреби у силах цивільного захисту; залучення сил цивільного захисту до ліквідації наслідків НС.

Організація ліквідації наслідків НС включає наступні заходи: введення режиму підвищеної готовності при НС; проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт з ліквідації НС; організація життєзабезпечення постраждалого населення; проведення відновлювальних робіт; проведення, за необхідності, цільової мобілізації.

Система оперативного управління за умов НС покликана не тільки забезпечити підвищення індивідуальної та загальної продуктивності праці кожного співробітника, але й згуртувати всіх співробітників для досягнення спільної мети системи, забезпечити їх активну участь в реалізації оперативних планів ліквідації наслідків НС.

Таким чином, реагування на НС та ліквідація їх наслідків передбачає скоординовані дії органів управління і підрозділів ДСНС України, що полягають в організації робіт з ліквідації наслідків НС, припинення дії або впливу небезпечних факторів, викликаних нею, рятування населення і майна, локалізації зони НС, ліквідації або мінімізації її наслідків, які становлять загрозу життю, здоров'ю людей, заподіяння шкоди території, навколишньому природному середовищу або майну.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МНС України від 13.03.2012 № 575 «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту».
2. Наказ МНС України від 15.08.2008 № 592 «Про затвердження алгоритмів дій та методик пошуку і рятування людей під час виникнення найбільш характерних надзвичайних ситуацій».
3. Горбаченко Ю. М., Грибенюк Г. С., Капля А. М., Кришталь М. А., Кришталь Т. М., Щерба Т. О. Організація управління діяльністю з попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій: Навчально-методичний посібник / За ред. кандидата псих. наук, доцента М. А. Кришталя. – Черкаси: АПБ, 2011. – 345 с.

*О. Г. Левицька, к. т. н., Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара*

#### ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ПРИ ПРОЛИВАХ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ

Забрудненість вод Світового океану обумовлена мільярдами тонн скинутого побутового сміття, промисловими та побутовими стічними водами, захороненням радіоактивних відходів, що призвело до порушення природних екосистем, загибелі тварин, евтрофікації водою. Хімічні сполуки, що надійшли зі стічними водами, сприяли уповільненню природних процесів окислення.

Разом з цим вагомими забрудниками вод Світового океану є нафта і нафтопродукти, адже майже половина вантажів на морських судах припадає саме на них. Забруднення нафтою та її похідними відбувається внаслідок:

- скидання неочищених промивних стічних вод та балластної води;
- нафтовидобування із шельфу океану;
- аварій при транспортуванні нафтопродуктів і нафти.

Вказані поллютанти розливаються нафтовими плямами, перешкоджаючи потраплянню сонячних променів та порушуючи процеси фотосинтезу.

При аварійних виливах нафти і її похідних забруднену ділянку огорожують бонами та збирають забрудники за допомогою скиммерного устаткування. Однак питання доочищення забруднених поверхневих вод залишається сьогодні актуальним.

Саме тому розглядаються і досліджуються сорбенти із сільськогосподарських відходів, активироване вугілля із різним розміром пор (кокосове, кам'яновугільне, деревинне), сорбенти природного походження – перліт, монтморилонітові глини, пемза, торф, базальтові мінеральні вати. Визначені сорбційні ємності вказаних сорбентів у динамічних та статичних умовах за нафтопродуктами легких, середніх та важкої нафтових фракцій. Отримані значення проаналізовані та обрані хімічно безпечні, економічно вигідні та ефективні сорбенти, що стануть основою для розробки сорбційних матеріалів монолітної структури.

*Л. В. Лукашенко, В. К. Словінський, к. т. н.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ РЯТУВАЛЬНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ПОРЯТКУ ЛЮДЕЙ З ВИСОТНИХ БУДИНКІВ**

Пристрій для спуску по опорному канату – пристрій який призначений для виконання керованого спуску по опорному канату з можливістю регулювання швидкості спуску працівника та фіксованої зупинки його на будь-якому етапі спуску.[1]

Переносна підвісна канатна лебідка (ППКЛ) відноситься до рятувального спорядження й призначена для евакуації людей і вантажів з висотних будинків за допомогою каната. Спуск із постійною заздалегідь вибраною швидкістю може проходити без втручання людини.

Простота й надійність запатентованого спускового пристрою дозволяє забезпечити безпечну евакуацію літніх людей, жінок, дітей та інвалідів з верхніх поверхів готелів, житлових будинків, висотних атракціонів. При цьому один рятувальник може евакуювати одночасно 2-3-и людини, у тому числі й у несвідомому стані.

Спусковий пристрій канатної лебідки містить одну або кілька блокових секцій для пропускання каната, що складаються з основи в якій є отвори для кріплення карабіна й кришки. На основі пристрою змонтований фрикційний ролик, а також встановлюється, щонайменше, ще один додатковий фрикційний ролик і шарнірно пов'язаний з основою фрикційний кулачок. Передня робоча поверхня кулачка, обернена до гальмівного елемента, має криволінійний профіль. Гальмівний елемент оснащений рукояткою, що шарнірно пов'язана з основою. [2]



Спуск людини здійснюється при встановленні в середнє положення рукоятки, пов'язаної з гальмівним елементом. Подальший спуск із постійною заздалегідь вибраною швидкістю може проходити без втручання людини. При цьому забезпечується можливість припинення спуску шляхом натягу ділянки каната, що перебуває нижче спускового пристрою.

Можливо також використання запропонованого пристрою, виконаного у вигляді декількох блокових секцій, з'єднаних в одній підвісній канатній лебідці. Це дозволяє використовувати послідовно кілька канатів для збільшення загальної довжини спуску, по черзі використовуючи для спуску кожен блокову секцію з відповідним канатом. При одночасному використанні декількох блокових секцій, що працюють паралельно, можна обмежити максимальну швидкість спуску великогабаритних предметів, що мають вагу до 800 кілограм.

Безпека спуску людини забезпечується за рахунок усунення можливості «перекушування» та перетирання каната в результаті різкого гальмування, що досягається шляхом збільшення площі контакту каната з робочими поверхнями фрикційного кулачка й гальмівного елемента, що утворюють зигзагоподібну укладку каната.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Кузнецов В.С. Учебное пособие. Выполнение высотно-верхолазных работ в безопасном пространстве. – Симферополь, 2008 – 264с.
2. Пристрій переносний підвісний спусковий канатний(лебідка) Технічні умови ТУ У 29.8 – 21490244 – 005.2006 – 5 с.

## **ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ КООРДИНАЦІЙНИХ РІШЕНЬ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

Інформаційна система підтримки прийняття координаційних рішень (СППКР) - це інтерактивна комп'ютерна система, яка забезпечує особу, що приймає рішення (ОПР) необхідною геопросторовою інформацією про виникнення надзвичайної ситуації (НС) і надає їй додаткові можливості у вигляді візуалізації географічних особливостей території НС, схем розташування сил та засобів, що застосовуються для ліквідації НС, а також визначення класу та площі розповсюдження НС [1,2].

СППКР призначена для вирішення наступних основних завдань [3]:

- 1) обробка інформації про НС;
- 2) створення сховища даних про НС, а також резервах матеріальних і фінансових ресурсів, необхідних для запобігання і реагування на НС;
- 3) прогнозування і оцінка соціально-економічних наслідків НС, визначення на основі прогнозу потреби в силах, засобах, матеріальних і фінансових ресурсах;
- 4) розробка планів дій щодо попередження виникнення та ліквідації наслідків НС;
- 5) розробка маршрутів і розрахунок часу прибуття на місце виникнення НС підрозділів, що входять до складу Державної служби з надзвичайних ситуацій України (ДСНС України).

СППКР складається з чотирьох взаємопов'язаних підсистем: підсистеми завантаження та зберігання даних, підсистеми інтелектуального аналізу даних (Data Mining), підсистеми координації рішень та підсистеми візуалізації просторової інформації (рис. 1) [1].

Основою підсистеми завантаження та зберігання даних є сховище даних (СД). СД - предметно-орієнтований, інтегрований, незмінний набір даних, що підтримує хронологію та організований для цілей підтримки прийняття рішень. В основі концепції СД полягає ідея поділу даних, що використовуються для оперативної обробки і для вирішення завдань аналізу. Такий поділ дозволяє оптимізувати як структури даних оперативного зберігання (оперативні БД, файли, електронні таблиці тощо) для виконання операцій введення, модифікації, видалення та пошуку, так і структури даних, що використовуються для аналізу (для виконання аналітичних запитів) [4].

У СД за допомогою інтерфейсу управління завантаженням даних завантажуються дані із зовнішніх оперативних джерел даних (ОДД).

До ОДД відносяться наступні реляційні бази даних (БД): «Дані про НС» (адреса, дата та час виникнення, площа НС, час прибуття підрозділів до місця виникнення НС, кількість поранених, кількість загиблих, матеріальні збитки); «Дані про територію та об'єкти НС» (регіон, вид об'єкта, опис об'єкта); «Дані про сили і засоби, що залучаються для ліквідації наслідків НС» (належність сил і засобів до формування, кількість особового складу, кількість пожежної техніки); «Дані з алгоритмізації реагування на НС» (плани дій щодо попередження та ліквідації наслідків НС, інструкції з координації дій між різними підрозділами ДСНС України) [1].

При завантаженні інформації з ОДД в СД дані проходять етапи верифікації, очищення та перетворення. Багато даних не потрапляє в СД, оскільки вони позбавлені сенсу з точки зору використання в процедурах аналізу [4].

Далі очищені дані завантажуються в цільові вітрини даних (ВД) і стають доступними користувачеві для аналізу і звітності. Таким чином, кінцеві користувачі мають можливість доступу до детальних даних СД для отримання більш повної інформаційної картини про НС.

Основне завдання підсистеми інтелектуального аналізу даних - надати ОПР інструмент для виконання аналізу даних. Підсистема не генерує правильні рішення, а тільки надає ОПР дані у відповідному виді (звіти, таблиці, графіки тощо) для вивчення та аналізу.

За ступенем «інтелектуальності» обробки даних при аналізі можна виділити три класи завдань, які вирішуються підсистемою: інформаційно-пошукові - підсистема здійснює пошук необхідних даних; оперативно-аналітичні - підсистема виробляє групування даних в будь-якому вигляді, необхідному ОПР; інтелектуальні - підсистема здійснює пошук функціональних і логічних закономірностей в накопичених даних, здійснює побудову моделей і правил, які пояснюють знайдені закономірності (прогнозування наслідків НС, класифікація НС, оцінка наслідків НС) [4].

У підсистемі координації рішень на основі даних, отриманих з підсистеми інтелектуального аналізу даних здійснюється: розробка, своєчасне коректування і уточнення планів дій щодо попередження виникнення та ліквідації наслідків НС; розробка інструкцій з координації дій між різними підрозділами ДСНС України; розробка маршрутів і розрахунок часу прибуття на місце виникнення НС підрозділів ДСНС України і визначається потреба в силах, засобах, матеріальних і фінансових ресурсах, які необхідні для ліквідації НС [3,5,6].

Підсистема візуалізації просторової інформації складається з двох модулів: модулю управління просторовими об'єктами та модулю візуалізації просторових об'єктів [1].



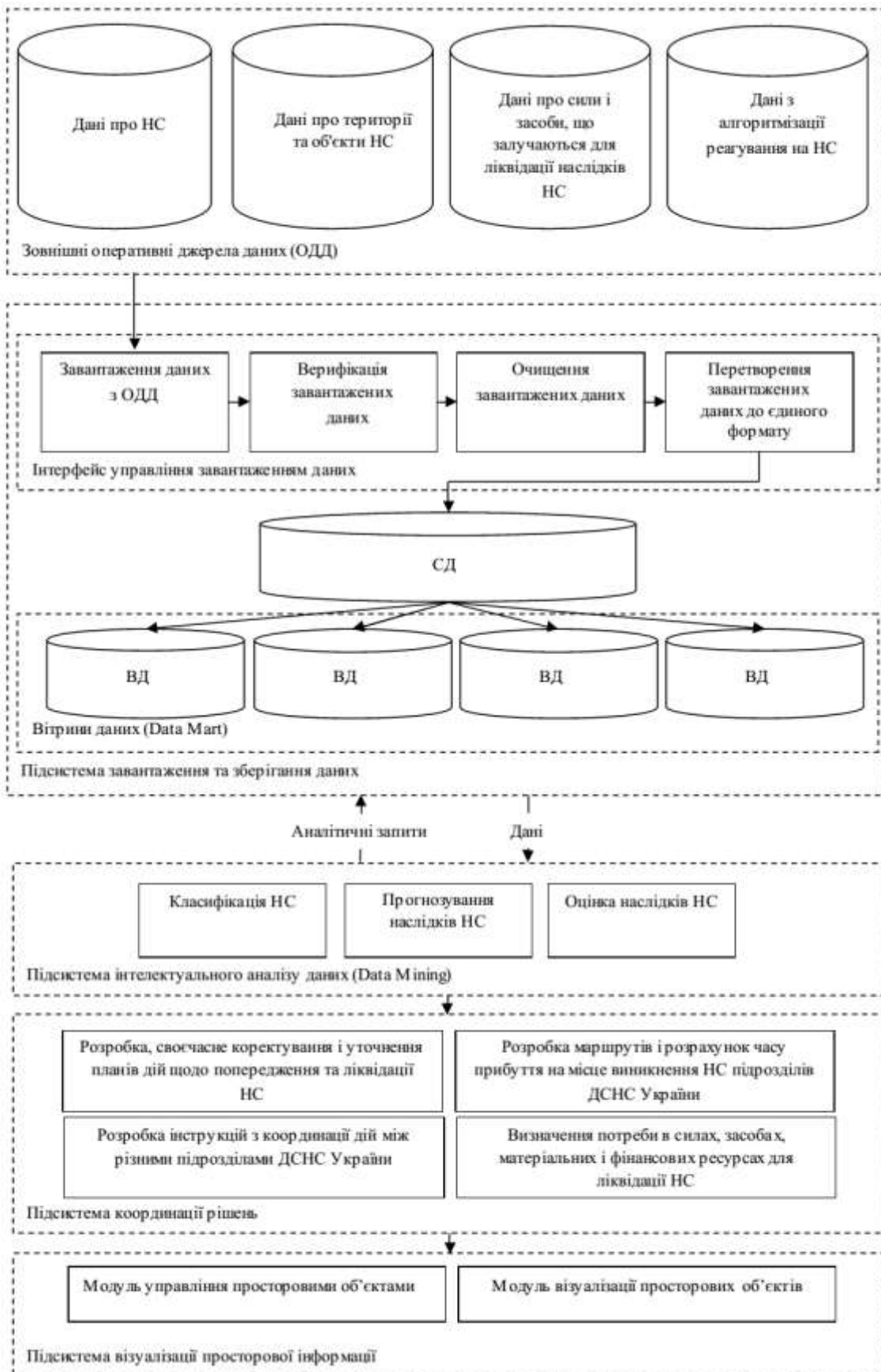


Рисунок 1 – Концептуальна структура СППКР

Модуль управління просторовими об'єктами дозволяє ОПР здійснювати наступні операції: операції векторизації (розробка додаткових векторних шарів мапи), вимірвальні операції, операції буферизації (виділення зон НС), просторові запити (наприклад, пошук відповідної ділянки місцевості за її номером), відновлення об'єктів за координатами.

Модуль візуалізації просторових об'єктів дозволяє ОПР здійснювати роботу з векторними шарами мапи. Ці шари відображають географічні особливості території, на якій сталася НС, розташування сил та засобів, що залучаються для ліквідації НС, площу НС та плани ліквідації НС.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ляшенко О.М., Киричук Д.Л. Комп'ютерна програма «Система координації дій з попередження виникнення та ліквідації надзвичайних ситуацій природного характеру «DM SYSTEM FOR CANES». Авторське право на твір, свідоцтво № 69379 від 26.12.2016. Зареєстроване у Державній службі інтелектуальної власності України.
2. Ложкін Р.С. Концептуальні засади створення системи координаційного управління силами і засобами цивільного захисту при ліквідації надзвичайних ситуацій природного характеру/ Р.С. Ложкін, О.М. Ляшенко // «Інтелектуальні інформаційні системи». Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів і студентів: програма та тези. – Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2017. – С. 58-60.
3. Ляшенко Е.Н. Постановка задачи координации в иерархической системе управления силами и средствами, привлекаемыми для ликвидации чрезвычайных ситуаций / Ляшенко Е.Н., Коваленко В.Ф., Киричук Д.Л. // Проблемы информационных технологий. – 2015. – № 2(18). – С. 46-51.
4. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining/ [Барсебян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И.]. – СПб.: БХВ – Петербург, 2004. – 336 с.
5. Ляшенко Е.Н. Использование парадигмы мультиагентного моделирования для разработки методов координации в системе оперативного управления ликвидацией чрезвычайных ситуаций природного характера/ Е.Н. Ляшенко, Д.Л. Киричук // Матеріали ІV наукової конференції «Фундаментальні та прикладні дослідження у сучасній науці». – Харків, Х.: Технологічний Центр, 2016. – С. 84.
6. Ляшенко О.М. Розробка моделей, методів та інформаційної технології координаційного управління складними ієрархічними системами/ О.М. Ляшенко, Д.Л. Киричук // Тези X Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті». (Дніпро, 14-15 грудня 2016 р.). – Д.: ДИИТ, 2016. – С. 122-123.

*А. В. Максимов, Національний університет цивільного захисту України*

#### АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ОПЕРАТИВНОГО РОЗГОРТАННЯ ОСОБОВОГО СКЛАДУ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОГО АВТОМОБІЛЮ ПІД ЧАС РЯТУВАННЯ ПОСТРАЖДАЛОГО З КОЛЕКТОРУ

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

1-й номер одягає спорядження
1-й номер бере рятувальні мотузки та одну з них закріплює за конструкцію чи автомобіль, а другу страхувальну закріплює за себе та конструкцію (автомобіль)
1-й номер оглядає 2-го номера
1-й номер дає команду на спуск 2-му номеру
1-й номер контролює роботу 2-го номеру в колекторі
1-й номер приймає потерпілого з колектора
2-й номер одягає спорядження
2-й номер одягає апарат
2-й номер надягає, налаштовує та включає налобний ліхтар
2-й номер закріплюється на рятувальній мотузці бере з собою, оснащення та питає у

першого номера дозвіл на спуск
2-й номер чекає, поки 1-й номер його перевіре
2-й номер починає спуск в колектор
2-ий номер спустився до потерпілого, оцінив його стан, одягає рятувальну косинку закріплює на робочу мотузку і дає команду на підняття потерпілого
2-й номер піднімається з колектору за допомогою жумарів
3-й номер бере необхідне спорядження для організації поліспасти Мунтера
3-й номер організовує поліспаст Мунтера
3-й номер підіймає через поліспаст Мунтера потерпілого назовні
3-й номер збирає спорядження
1-й та 2-й номер збирають спорядження

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

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України : Кодекс. : за станом на 01 липня 2013 р. – К. : Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во, 2013. – 82 с.
  2. Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби МНС України : Наказ МНС України № 1342 від 16 грудня 2011р. : М-во надзв. сит. України, 2011. – 56 с.
  3. Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту : Наказ МНС України № 575 від 13 березня 2012 р. : М-во надзв. сит. України, 2012. – 178 с.
  4. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України : Наказ МНС України № 312 від 7 травня 2007 р. : М-во надзв. сит. України, 2007. – 248 с.
- Типова інструкція з організації безпечного ведення газонебезпечних робіт: НПАОП 0.00-5.11-85. – [Чинний від 1985-12-20]. К. : Держгіртехнагляд СРСР, 1985. – 21 с.

*В. М. Марич, В. В. Ковалишин, д. т. н., професор, Я. Б. Кирилів, к. т. н., с. н. с.,  
В. В. Кошеленко, к. т. н., доцент, О. Л. Мірус, к. х. н., доцент,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

#### ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН ЯК СКЛАДНИКІВ ВОГНЕГАСНИХ ПОРОШКІВ ДЛЯ ГАСІННЯ МАГНІЮ ТА ЙОГО СПЛАВІВ

Виробництва, пов'язані з отриманням і переробкою магнію та його сплавів характеризуються підвищеною пожежною та вибухопожежною небезпекою. При виборі безпечних умов проведення технологічних процесів, в яких в обігу знаходиться магній та його сплави, необхідно враховувати особливості їх займання, горіння і гасіння [1, 2, 3].

Найбільш пожежо-, вибухонебезпечними металами, горіння яких відбувається за класом Д1, є легкі метали у вигляді продуктів їх переробки: порошоків різної дисперсності, стружки. Метали у вигляді виробів різної конфігурації (листи, профілі і т.п.) підпалити практично неможливо, якщо забезпечуються умови переважання тепловідведення над теплопритоком.

В даний час найбільш поширені для гасіння пожеж класів Д1, Д2, Д3 вогнегасні порошки спеціального призначення на основі хлоридів лужних металів (KCl – Росія і NaCl – Європа, США). В якості вогнегасних складів для металів існує ряд рідинних складів (наприклад, на основі борних ефірів), але вони не знайшли широкого застосування в практиці пожежогасіння [1, 3].

Основним принципом досягнення позитивного результату при гасінні металовмісних речовин є створення за допомогою вогнегасних порошоків спеціального призначення захисного повного покриття вогнища горіння, що перешкоджає доступу кисню повітря в зону горіння. Таке покриття має бути досить щільним, мати необхідну товщину шару порошку по всій поверхні осередку горіння, що досягається при певній питомій витраті порошку (кг/м<sup>2</sup>).

На основі аналізу пожеж, які виникли під час загоряння магнію та його сплавів і методів та способів гасіння, бачимо, що необхідно розробити та вдосконалити методи та способи гасіння пожеж магнію та його сплавів методики дослідження гасіння легких металів. Тому на сьогодні стало надзвичайно актуальним дослідження способів, методів та тактики гасіння пожеж магнію та його сплавів.

Метою роботи є дослідження вогнегасних речовин та методів гасіння пожеж легких металів на прикладі магнію та його сплавів і розроблення на їх основі нових або вдосконалених вогнегасних речовин та методів їх подачі.

На основі проведеного аналізу авторських свідоцтв та патентів приходимо до висновку, що гасіння магнію потребує нових вогнегасних складів. В якості вогнегасних речовин можна використати хлористий натрій, терморозширений графіт та оксид магнію. Отже, для встановлення вогнегасної ефективності запропонованих вогнегасних речовин проведемо лабораторні дослідження.

В якості пожежного навантаження використовуємо гранульований чистий магній та стружку сплаву магнію з якого виготовляють барабани коліс літаків. В лабораторній шафі на негорючій шамотній плиті викладаємо гранульований чистий магній та стружку сплаву магнію з якого виготовляють барабани коліс літаків. Стружку розміщуємо по всій площині плити. Готуємо три наважки. Відповідно гасіння магнію та його сплаву проводимо NaCl, MgO та терморозширеним графітом. Гасіння кожною вогнегасною речовиною проводимо від 3 до 4 разів. Налаштовуємо електронний стаціонарний пірометр марки Смотрич 8 з межею вимірювання від 1000 до 2500 °С для визначення температури полум'я.

Підпалювання магнію та його сплаву здійснюємо газовим пальником. Температуру горіння фіксуємо та записуємо в табл. 1. Подання вогнегасної речовини здійснюємо з скляного мірного циліндра. Витрату та час гасіння заносимо в табл. 1.

**Таблиця 1 Результати гасіння магнію та його сплаву різними вогнегасними речовинами**

№ експерименту	Маса *наважки Mg, г	Вид вогнегасної Речовини	**М в.р., г	Час гасіння, с	***Т <sub>горіння</sub> , °С	S(площа) горіння магнієвих сплавів, см <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7
1.	10 + 10	NaCl	85,1	12	970	10x7
2.	10 + 10	NaCl	48,7	11	900	14x6
3.	10 + 10	NaCl	116,2	11	928	20x10
4.	10 + 15	NaCl	136,4	16	1155	20x10
5.	10 + 15	Графіт	42,4	27	1046	20x10
6.	10 + 15	Графіт	42,2	30	1030	20x10
7.	10 + 15	Графіт	42,0	29	1038	20x10
8.	10 + 15	MgO	49,5	34	950	20x10
9.	10 + 15	MgO	50,5	36	972	20x10
10.	10 + 15	MgO	50,0	35	961	20x10

\* Наважка складається з двох компонентів: перша цифра гранульований чистий магній, друга – сплав магнію з якого відливають барабани коліс до літаків.

\*\* Маса вогнегасної речовини витраченої на гасіння магнієвих сплавів в грамах.

\*\*\* Температура горіння при якій починали гасіння.

Проведено чотири експерименти з гасіння сплавів магнію NaCl. У всіх випадках досягнуто гасіння. Результати записані в табл. 1. Повторних займань не відбувалось, догорання магнію та його сплаву не спостерігалось. Час гасіння мінімальний.

Терморозширений графіт погасив горіння магнію та його сплаву. Деякий час спостерігалась висока температура, догорання (тління) магнію.

Після гасіння MgO спостерігається явище його вигорання. Шар вогнегасної речовини прогорає, з'являються окремі язички полум'я, тому приходимо до висновку, що гасіння не було досягнуто.

Середній час гасіння терморозширеним графітом ( $t_{\text{гасіння сер}}$ ) становить 28,5 с.

Відносна похибка в другому та третьому експерименті при гасінні NaCl склала більше 25%. Тому результати цих експериментів не будуть враховані в подальших розрахунках.

Терморозширений графіт погасив сплави магнію. Під шаром графіту більше 0,5 см горіння припиняється, але набагато повільніше ніж при гасінні NaCl.

З отриманих результатів ми бачимо, NaCl середню масову витрату має 0,605 г/см<sup>2</sup>, за цим показником проведені розрахунки дисперсії і середньоквадратичного відхилення, відносної та абсолютної похибки. Інтенсивність подавання хлориду натрія становить 0,044 г/см<sup>2</sup>·с, середній час гасіння 14 с. Графіт аналогічне вогнище погасив за 28,5 с, а інтенсивність подавання склала 0,0072 г/см<sup>2</sup>·с, при масовій витраті 0,21 г/см<sup>2</sup>. Але

осередки тління довше зберігались при гасінні графітом. Це можна пояснити фізико-хімічними властивостями графіту [3].

Орієнтуючись на вартість вогнегасних речовин табл. 2 найкраще використовувати хлорид натрію та терморозширений графіт.

**Таблиця 2 Вартість використаних вогнегасних речовин**

п/п	Назва порошку	Вартість 1 г (коп.)	Використано (г)	Загальна вартість (грн)
	NaCl	3	96	2,88
	C(графіт)	13	42,4	5,52
	MgO	172	50	86

Висновки. Після гасіння магнієвих сплавів оксидом магнію, спостерігається явище вигорання MgO. Шар вогнегасної речовини прогорає, з'являються окремі язички полум'я, тому приходимо до висновку, що не було досягнуто ефекту гасіння і в подальшому недоцільно використовувати його як окремий компонент вогнегасного порошку.

NaCl середню масову витрату має  $0,605 \text{ г/см}^2$ , інтенсивність подавання хлориду натрію становить  $0,044 \text{ г/см}^2 \cdot \text{с}$ , середній час гасіння 14 с. Графіт аналогічне вогнище погасив за 28,5 с, а інтенсивність подавання склала  $0,0072 \text{ г/см}^2 \cdot \text{с}$ , при масовій витраті  $0,21 \text{ г/см}^2$ . Але осередки тління довше зберігались при гасінні графітом.

Гасіння магнію та його сплавів належить до класу Д1, отже дані речовини будуть гасити і інші метали, що належать до легких металів цього класу. В подальшому планується дослідження цих та інших речовин та на їх основі створення вогнегасного порошку з покращеними властивостями для гасіння легких металів, зокрема магнію та його сплавів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. <http://autocarta.ru/other/gorenie-i-tushenie-metallov-i-gibridov-metallov.html>.
2. Проблеми гасіння магнію та його сплавів / В. В. Ковалишин, О. Л. Мірус, В. М. Марич та ін. // Пожежна безпека : зб. наук. пр. – Л. : ЛДУБЖД, 2016. – № 28. – С. 58-63.
3. Дослідження хімічних речовин, як складників вогнегасних порошків для гасіння легких металів / В. В. Ковалишин, В. М. Марич, Я. Б. Кирилів та ін. // Пожежна безпека : зб. наук. пр. – Л. : ЛДУБЖД, 2016. – № 29. – С. 46-56.

*Д. Н. Миневич, Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации»  
Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*

#### ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НОСИМЫХ РАДИОСТАНЦИЙ

Связь на месте чрезвычайной ситуации организуется для обеспечения управления участниками ликвидации чрезвычайной ситуации, их взаимодействия и передачи информации.

Для управления силами и средствами на месте чрезвычайной ситуации устанавливается связь между руководителем ликвидации чрезвычайной ситуации и оперативным штабом, начальником тыла, начальниками боевых участков и при необходимости со спасателями-пожарными и аварийно-спасательными автомобилями. Связь на месте чрезвычайной ситуации обеспечивает управление работой спасательных подразделений и получение от них сведений об обстановке.

Для обеспечения управления расчетами используются радиостанции и громкоговорящие установки автомобилей связи и оповещения, а также носимые радиостанции и электромегафоны.

Для взаимодействия между боевыми участками (подразделениями), работающими на месте чрезвычайной ситуации, устанавливается связь между начальниками боевых участков (подразделений) на основе носимых радиостанций. В случае невозможности применения носимых радиостанций используются сигналы управления.

Для обеспечения передачи информации с места чрезвычайной ситуации устанавливается связь между руководителем ликвидации чрезвычайной ситуации и оперативным штабом с помощью городской телефонной сети или радиостанций аварийно-спасательных автомобилей, автомобилей связи и оповещения, оперативных автомобилей. При этом обеспечивается обмен информацией между оперативным штабом и подразделениями, находящимися на месте чрезвычайной ситуации и в пути следования, передача сообщений об обстановке и о ходе ликвидации чрезвычайной ситуации; вызов дополнительных сил и средств; передача требований руководителя ликвидации чрезвычайной ситуации к службам жизнеобеспечения.

Таким образом, основным родом связи в обеспечении управления спасательными расчетами при ликвидации чрезвычайных ситуаций является радиосвязь, которая организуется по радионаправлениям и радиосетям, а основным средством связи у спасателей-пожарных являются носимые радиостанции.

Однако, практическое применение носимых радиостанций при работе в спасательных расчетах сопровождается определенными трудностями. В частности:

- недостаточная громкость радиостанции не обеспечивает качественный прием сообщений при наличии мощного звукового фона в зоне ликвидации чрезвычайной ситуации;
- при работе «на передачу» на служебное сообщение через микрофон накладывается мощный звуковой фон, вследствие чего ухудшается качество приема полезного сигнала;
- при боевой работе носимая радиостанция постоянно подвергается воздействию воды и других огнетушащих средств, происходит механический контакт со строительными конструкциями, аварийно-спасательным инструментом и пожарно-техническим вооружением, в результате чего радиостанция выходит из строя;
- при работе в изолирующих противогазах затрудняется прием служебных сообщений.

Для устранения указанных недостатков предлагается:

1. Радиостанцию поместить под боевую одежду.
2. Вмонтировать один динамик в защитном шлеме.
3. Вместо радиомикрофона подключить ларингофоны, применение которых исключает возможность наложения звуковых волн на полезный сигнал.
4. Вынести кнопку «прием-передача» на защитный шлем.

Предложения позволят достичь следующих результатов:

1. Носимые радиостанции позволят вести 100% прослушивание эфира, что позволит обеспечить оперативную и безопасную боевую работу спасательных расчетов.
2. При работе «на передачу» через защитный шлем принимающая сторона получит качественную информацию с места боевой работы, что исключит «информационный вакуум».
3. Носимые радиостанции не будут иметь механических повреждений и не будут подвергаться воздействию огнетушащих средств и опасных факторов чрезвычайной ситуации.
4. При работе в составе звена газодымозащитной службы постовой на посту безопасности будет принимать 100% информации от «звена» без дополнительных запросов.

Таким образом, реализация указанных предложений по применению носимых радиостанций в спасательных расчетах существенно упрощает порядок их практического применения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Носов М. В. Организация связи в РСЧС. Новогорск – 2005.

*А. С. Миканович, к. т. н., доцент, О. В. Любимова,  
Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь*

#### АНАЛИЗ ВОПРОСА ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ ВНУТРЕННЕМ ВЗРЫВЕ ГАЗО-ПЫЛЕВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

Анализ аварий на взрывоопасных производствах показывает, что последствия взрыва приводят к разрушению элементов оборудования и строительных конструкций, к человеческим жертвам, повреждению технологического оборудования и остановке производства. Наибольшей опасностью причинения большого ущерба для производственных объектов являются взрывы.

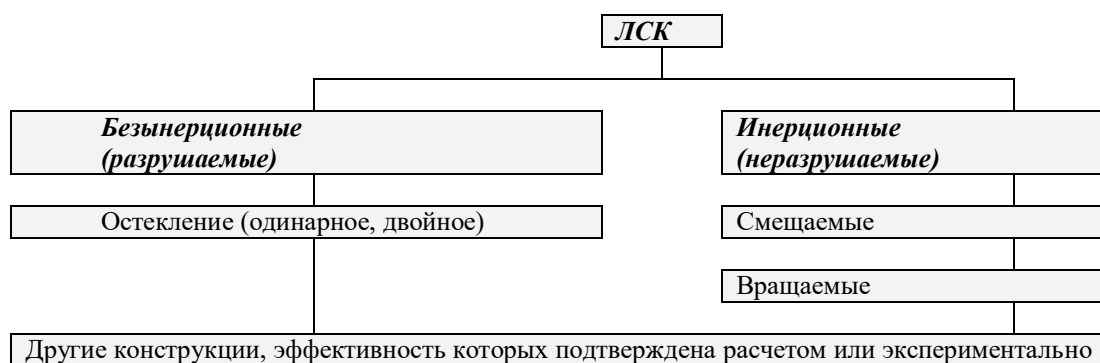
Взрывом называется быстрое неконтролируемое горение газо-, паро-, пылевоздушной смеси с образованием сжатых газов [1]. Основными отличительными чертами, характеризующие воздействие характеризующие воздействие взрыва, является резкий скачок давления в месте взрыва, сопровождающийся резким ударом газов по окружающему пространству, вызывающий разрушение и сильные деформации предметов, переменная скорость распространения процесса, измеряемая тысячами метров в секунду и сравнительно мало зависящая от внешних условий.

Статистика показывает, что такое явление, как взрыв возникает довольно часто, например, в государствах Европейского союза ежегодно происходит около 2000 взрывов. По данным международной страховой компании Industrial Risk Insurers (IRI), из 34 аварий с ущербом свыше 250 тысяч долларов США, произошедших за год на предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности США, основной ущерб (81%) наносят аварии со взрывами [2]. Статистический отчет IRI показывает, что взрывы составляют 67% всех инцидентов, а нанесенный ими ущерб – 85% общего ущерба [2]. Как показал анализ около 1000 наиболее крупных аварий, проведенный Американской страховой ассоциацией AIA, ущерб при авариях в 63% обусловлен взрывом, либо совместным действием пожара и взрыва [2].

Яркими примерами, подтверждающими тяжесть возможных последствий от чрезвычайных ситуаций такого рода, являются взрывы пылевоздушных смесей, произошедших 08.03.1972 года в цехе футляров Минского радиозавода (количество погибших – более 120 человек) и 25.10.2010 года в г. Пинске на фанерной фабрике «Пинскдрев-ДСП», когда в результате взрыва погибло 14 человек, а также произошло обрушение 40% покрытия кровли и стеновых конструкций. Поэтому для защиты людей и материальных ценностей от опасных факторов взрыва на стадиях проектирования, строительства, реконструкции и ремонта помещений, зданий, сооружений и пожарных отсеков должен быть предусмотрен комплекс мероприятий по противовзрывной защите.

Противовзрывная защита зданий и сооружений – это комплекс мер, охватывающих мероприятия по предотвращению взрыва, локализации его воздействия, а также инженерные решения, связанные с защитой зданий и сооружений при действии нагрузки от избыточного давления взрыва [3]. Несмотря на оснащение производственных объектов самыми современными средствами взрывозащиты, предотвращение взрывов не всегда представляется возможным. Как следствие, для защиты людей и материальных ценностей от опасных факторов взрыва должен быть предусмотрен комплекс мероприятий по противовзрывной защите, основным из которых является устройство легкобрасываемых конструкций (ЛСК). ЛСК, вскрываясь, обеспечивают снижение избыточного давления, возникающего в помещении при внутреннем аварийном взрыве взрывоопасной смеси, до безопасного нормируемого значения, следовательно, нагрузка на основные конструкции уменьшаются по сравнению с той нагрузкой, которая имела бы место при взрыве такой же смеси в замкнутом объеме.

ЛСК в зависимости от способа разрушения и вида делятся на безынерционные и инерционные. Классификация ЛСК в соответствии с [4, 5, 6] приведена на рисунке 1.



**Рисунок 1. – Классификация легкобрасываемых конструкций**

Применение остеклений здания и сооружения в качестве ЛСК в настоящее время является одним из наиболее эффективных конструктивных решений для снижения избыточного давления взрыва в помещении.

С развитием архитектурно строительной деятельности по строительству зданий и сооружений, применением новых технических решений и планировок зданий не всегда площади остекления наружных стен, применяемых в качестве ЛСК не достаточно для снижения избыточного давления взрыва. Существующие ТНПА допускают согласно [3,4] в качестве ЛСК использовать: облегченные покрытия, не имеющие жесткой связи с несущими элементами покрытия (кровли); конструкции из стальных, алюминиевых и асбестоцементных листов и эффективного утеплителя; остекление окон и фонарей, а также иные конструкции, эффективность использования которых подтверждена экспериментальными исследованиями и расчетными методами [5].

Поэтому альтернативой стандартному и привычному остеклению могут стать полимеры, а именно сотовый и монолитный поликарбонат. Сотовый поликарбонат (СП) – это пустотелый полимерный лист с внутренней структурой, представляющей собой многослойную конструкцию, заполненную продольными перемычками – ребрами жесткости. Монолитный поликарбонат (МП) – это сплошной полимерный лист без внутренних пустот.

Главным достоинством поликарбоната является соотношение его весовых и прочностных характеристик. Анализируя табличные данные можно сказать, что СП (МП) при их легкости (легче стекла в 15 (2) раз), не уступают ему по прочности, более того по некоторым параметрам превышает (ударная прочность в 200 (16000) раз больше, чем у стекла). Легкость СП значительно облегчает строительные-монтажные работы, и позволяет проектировать удерживающие конструкции не такими массивными и прочными, как для стекла. Также при монтажных работах и в процессе эксплуатации листы данного материала не разбиваются и не дают трещин.

Отдельного внимания заслуживает пожаробезопасность материалов, используемых в строительстве. Поликарбонат – один из светопропускающих пластиков, который может быть назван пожаробезопасным. Поликарбонат горит только в открытом пламени и является самозатухающим, не способствует

распространению горения, он не образует горящих капель, при горении образуются лишь легкие нити, успевающие остыть прежде, чем упасть.

Диапазон температуры применения СП меньше, чем у стекла, но он является применимым в широтах постсоветского пространства. Даже при критически низких температурах СП не теряет своих прочностных достоинств.

Необходимо так же отметить, что в настоящее время при проектировании зданий взрывоопасных производств расчет несущих элементов строительных конструкций на действие взрыва газозвдушной смеси внутри помещений не производится. Для внедрения в практику проектирования этих расчетов необходимы достаточно достоверные данные о параметрах нагрузки, возникающей при взрывном горении газопылевоздушной смеси, и методы динамического расчета несущих систем и элементов зданий. В настоящее время процесс сгорания газа в замкнутом объеме разработан достаточно хорошо, но модели, описывающие процесс взрывного горения после вскрытия ЛСК, развиты недостаточно и без учета инерционности ЛСК, не смотря на то, что ТКП 45-2.02-38-2006 [5] действует уже более 10 лет. Существующие методы расчета конструкций на взрывные воздействия разработаны в основном для отдельных элементов (балок, плит, арок, оболочек и др.). Методы динамического расчета зданий различных конструктивных систем интенсивно разрабатываются главным образом в теории сейсмостойкости. Однако эти методы не позволяют учесть важные особенности работы конструкций зданий при взрывных воздействиях. Все это говорит о недостаточности проработки и исследовательности данных вопросов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пожарная безопасность. Общие термины и определения [Текст] : СТБ 11.0.02-95. – Минск : Белстандарт, 1995. – 13с. – (Система стандартов пожарной безопасности).
  2. Моделирование пожаров и взрывов [Текст] / под общ. ред. Н. Н. Брушлинского, А. Я. Корольченко. – М. : Ассоциация «Пожнаука», 2000. – 482 с.
  3. Пожарная безопасность технологических процессов. Методы оценки и анализа пожарной опасности. Общие требования [Текст] : СТБ 11.05.03–2010. – Взамен СТБ П 11.05.03–2006 ; введ. 01–01–11. – Минск : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 2010. – 71 с. – (Система стандартов пожарной безопасности).
  4. Ограничение распространения пожара в зданиях и сооружениях. Объемно-планировочные и конструктивные решения. Строительные нормы проектирования [Текст] = Абмежаванне распаўсюджвання пажара ў будынках і збудаваннях. Аб'ёмна-планіровачныя і канструктыўныя рашэнні. Будаўнічыя нормы праектавання : ТКП 45–2.02–92–2007. – Взамен СНБ 2.02.03–03 ; Введ. 07–07–08. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2003. – 20 с. – (Национальный комплекс технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства).
  5. Конструкции легкосбрасываемые. Правила расчета [Текст] : ТКП 45–2.02–38–2006. – Введ. 01–01–07. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2006. – 30 с. – (Национальный комплекс технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства).
- Орлов Г.Г. Легкосбрасываемые конструкции для взрывозащиты промышленных зданий. – М. : Стройиздат, 1987. – 200 с.

*О. М. Мирошник, к. т. н., доц., О. М. Землянський, к. т. н., М. Г. Шкарабура, к. т. н., доц., Р. В. Галенда, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### РОЗРОБКА ПОРТАТИВНОГО ПІНОГЕНЕРАТОРА

Найбільш поширеними вогнегасними засобами є вода і повітряно-механічна піна середньої кратності [1], які подаються водяними стволами та піногенераторами. Загалом, вид вогнегасної речовини визначається керівником гасіння пожежі за даними розвідки.

Основні вимоги до проведення розвідки, висвітлені в літературі [1,2,3]. Згідно [3], розвідка в задимленому приміщенні (будинку) проводиться ланкою газодимозахисної служби (ГДЗС), яка укомплектується ручним водяним стволом. Якщо під час розвідки, буде встановлена необхідність подачі піни середньої кратності, тоді ланка ГДЗС виходить із задимленого приміщення, бере піногенератор (ГПС-200 або ГПС-600) і повертається до місця введення вогнегасного засобу. Такий факт ускладнює ведення оперативних дій - призводить до збільшення часу на введення вогнегасного засобу для гасіння пожежі. Взяти ланці ГДЗС генератор піни відразу, з собою, не маючи даних розвідки, не доцільно, так як він, через конструктивні особливості, буде впливати на оперативність проведення розвідки.

Для вирішення поставленої задачі розроблено конструкцію та виготовлений дослідний зразок портативного піногенератора (ППГ). Його будова зображена на рисунку.





**Рис. Будова ППГ:** 1 – гнучкий циліндричний корпус; 2 – з’єднувальна головка; 3 – розпилювач; 4 – опорна вставка; 5 – набір латунних сіток; 6 – ручка для утримування.

Основною відмінністю ППГ від генераторів ГПС-200 та ГПС-600 є еластичний рукав, який дозволяє мінімізувати розміри генератора у транспортуванні, а під час робочого стану забезпечити необхідні параметри для утворення піни середньої кратності та подачі її в осередок горіння. Тактико-технічні характеристики ППГ та ГПС-200 наведені в таблиці.

#### Тактико-технічні характеристики ППГ та ГПС-200

Геометричні розміри, мм:	ППГ	ГПС-200
- складений стан	90×198	435×220
- робочий стан	400×198	435×220
Маса	1,68 кг	2,4
Робочий напір	60 м	
Витрата:		
- піни, л/с	180	200
- розчину, л/с	2	2
- води, л/с	1,88	1,88
- піноутворювача, л/с	0,12	0,12

Порівнявши тактико-технічні характеристики ППГ і ГПС-200 можна зробити висновок, що продуктивність по піні та розчину піноутворювача ППГ відповідає ГПС-200, але ППГ має у двічі меншу масу та у 4,8 рази меншу довжину транспортного стану. Таким чином, запропонований генератор може бути ефективно використаний ланками ГДЗС під час виконання оперативних дій.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ключ П.П., Палюх В.Г, Пустовой А.С., Сенчихін Ю.М., Сировой В.В. Пожежна тактика. – Х.: Основа, 1998
2. Наказ МНС України від 13.03.2012 № 575 «Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту».
3. Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України. Наказ МНС України від 16.12.2011 №1342.
4. Довідник керівника гасіння пожежі. – Київ.: ТОВ «Література-Друк», 2016. – 320 с.

*О. М. Мирошник, к. т. н., доц., М. Г. Шкарабура, к. т. н., доц.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,  
А. А. Кульбач,  
ГУ ДСНС України у Дніпропетровській області,  
Р. В. Ключко,*

*Аварійно-рятувальний загін спеціального призначення УДСНС України у Черкаській області*

#### ХІМІЧНИЙ ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Основним завданням Єдиної державної системи цивільного захисту України є захист населення від надзвичайних ситуацій (НС) [1]. Він досягається застосуванням різних технологій та систем захисту населення і визначається кількісним показником НС та їх наслідками.

В Україні щороку виникає більше ста НС. Лише у 2014 р. зареєстровано 143 НС. Із них техногенного характеру – 74, природного характеру – 59 та соціального характеру - 10. Унаслідок цих надзвичайних ситуацій загинуло 287 осіб (з них 39 дітей) та 680 – постраждало (з них 235 дітей). Порівняно з 2013 роком загальна кількість НС не змінилася, але на 13,4 % збільшилася кількості загиблих в НС. Окрім цього варто зазначити, що

у 2014 році, порівняно із 2013 роком, спостерігається збільшення кількості НС, пов'язаних із аваріями на системах життєзабезпечення та НС, унаслідок пожеж (вибухів) та аварій на транспорті [2].

Засобам захисту населення від небезпечних факторів присвячені роботи багатьох вітчизняних та зарубіжних вчених, серед них: Стоянов В.У., Бакулина М.В., Мальшев В.П., Акимов В.А та Балаханов М.В. Розробка систем захисту здійснюється у двох напрямках – розробка колективних та індивідуальних засобів захисту. Кожен різновид засобів захисту має свої особливості використання, а також переваги та недоліки.

Колективні засоби захисту призначені для захисту людей від сучасних засобів ураження [3]. Спеціально побудовані захисні споруди забезпечують надійний захист людей від ударної хвилі, світлового випромінювання, проникаючої радіації і радіоактивного зараження при ядерних вибухах, від отруйних речовин і бактеріальних засобів, а також від високих температур і шкідливих газів у зонах пожеж. Вони складні у технічному відношенні споруди, обладнані комплексом різних інженерних систем та вимірювальних приладів, які повинні забезпечити необхідні нормативні умови життєзабезпечення людей протягом розрахункового часу [4].

Засоби індивідуального захисту поділяють на засоби індивідуального захисту органів дихання, засоби індивідуального захисту очей та засоби індивідуального захисту шкіри. За принципом захисної дії засоби індивідуального захисту органів дихання та шкіри поділяються на фільтруючі та ізолюючі [5].

У рятувальних підрозділах для захисту органів дихання використовуються загальновійськові та цивільні протигazi, респіратори, а також протигazi ізолюючої дії. До загальновійськових фільтруючих протигазів відносяться: протигazi малого габариту ПМГ і ПМГ-2, протигazi масочні коробкові ПМК та ПМК-2. Такі протигazi призначені для захисту органів дихання, очей та обличчя від токсичних хімікатів. Крім того, при використанні плівкових засобів захисту очей забезпечується захист очей від сильнодіючих отруйних речовин.

Засоби індивідуального та колективного захисту, що застосовуються для запобігання або зменшення впливу на працюючих і решти населення небезпечних і шкідливих виробничих факторів та вражаючих факторів у НС мирного часу і на воєнний період, повинні перш за все відповідати вимогам системи стандартів безпеки праці на засоби захисту працюючих, безпеки в НС, будівельним нормам та правилам проектування інженерно-технічних заходів цивільної оборони та попередження НС. Вони повинні забезпечувати оптимальні умови для трудової діяльності, не служити джерелом небезпечних і шкідливих виробничих факторів, забезпечувати високу ступінь захисної ефективності, зручність експлуатації (застосування, використання) і відповідати вимогам технічної естетики та ергономіки. Велике значення мають вимоги щодо збереження експлуатаційних властивостей засобів захисту в процесі їх використання.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України (ЗУ від 2 жовтня 2012 року № 5403-VI).
2. Національна доповідь ДСНС України про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 році
3. ДБН В 2\_2\_5\_97. Захисні споруди цивільної оборони.
4. Коллективные и индивидуальные средства защиты. Контроль защитных свойств: Энциклопедия «Экометрия» из серии справочных изданий по экологическим и медицинским измерениям. — М.: ФИД «Деловой экспресс», 2002 — 408 с.
5. [http://www.bbc.com/ukrainian/society/2015/07/150714\\_brsm\\_oil\\_environment\\_impact\\_sd](http://www.bbc.com/ukrainian/society/2015/07/150714_brsm_oil_environment_impact_sd)

*Є. А. Молодика, Д. С. Філобок, студент, М. С. Федоров, студент,  
Національний ніверситет цивільного захисту України*

#### ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ КОНТРОЛЮ ЗА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ПОЖЕЖНО-ТЕХНІЧНОГО ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОГО ОСНАЩЕННЯ

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

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

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

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

Пожежно-технічне, аварійно-рятувальне оснащення розміщують на пожежних автомобілях таким чином, щоб воно надійно закріплювалось, легко знімалось і виключало можливість нанесення травми при його зніманні та укладанні. Зміна встановленого порядку розташування пожежно-технічного, аварійно-рятувального оснащення та його кількості на автомобілях може бути допущена тільки з письмового дозволу начальника ГУ(У) ДСНС України в областях, місті Києві після всебічного розгляду умов, що забезпечують безпечну експлуатацію автомобіля та обладнання і оснащення в кожному конкретному випадку.

Придатність до роботи захисних ізолюючих засобів щодня визначає сам пожежник зовнішнім оглядом. Зовнішніми ознаками, які визначають непридатність засобів електричного захисту, є:

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

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

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

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

- порушенні цілісності електричної ізоляції проводів, інструменту, приладів;
- слабкому закріпленні окремих частин інструменту та приладів чи їх деформації;
- інших несправностях інструменту та приладів, що не забезпечують безпеку роботи.

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

Пожежний пояс знімається з оперативного чергування в разі:

- пошкодження поясної стрічки (надрив, поріз тощо);
- несправності (поломки, зігнутості) пряжки та шпильок пряжки;
- порушення цілісності заклепок та відсутності на них шайб;
- розриву заклепками чи блочками матеріалу поясної стрічки;
- відсутності хомутика для закладання кінця пояса;
- наявності тріщин і вм'ятин на поверхні блочків чи відсутності хоча б одного з них;
- наявності розривів шкіряного шару пояса.

Карабін знімається з оперативного чергування, якщо:

- він деформований (затвор не відкривається чи не повністю закривається);
- пружина не забезпечує закриття замка карабіна, а також є виступи та шорсткості (нерівності) в замку затвора та в місці шарнірного кріплення затвора.

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

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

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

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

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

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

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

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

Технічне обслуговування полягає в огляді, виявленні та усуненні дефектів ручного інструменту силами особового складу чергового караулу. Щодня перевіряють наступні інструменти:

- ломи й багри - на кут заточення граней і вістря, кут гака, прогин по довжині;
- він деформований (затвор не відкривається чи не повністю закривається);
- пружина не забезпечує закриття замка карабіна, а також є виступи та шорсткості (нерівності) в замку затвора та в місці шарнірного кріплення затвора.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*Нгуен Куок Вьет, к. т. н., Інститут пожежної безпеки В'єтнама*

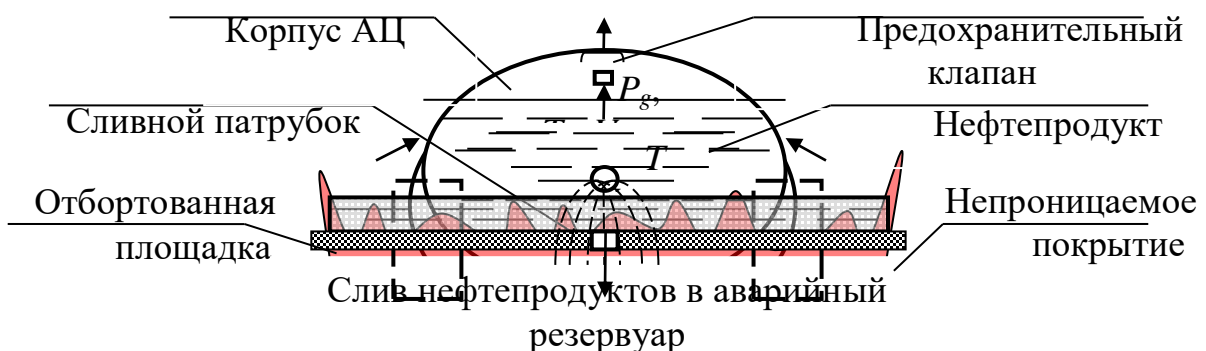
## **ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ДОСТИЖЕНИЯ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НЕФТЕПРОДУКТОВ В АЦ ПРИ ОБРАЗОВАНИИ «ОГНЕННОГО ШАРА»**

Численное моделирование времени достижения нефтепродуктом в АЦ, находящейся в очаге пожара, критической температуры, при которой возможен ее взрыв с образованием «огненного шара», производилось в среде программного комплекса, разработанного на основе исследований Кошмарова Ю.А., Сучкова В.П., Хабибулина Р.Ш. и применяемого на кафедре пожарной безопасности технологических процессов в Академии ГПС МЧС России.

Математическая модель, заложенная в программный комплекс, основывалась на решении двух основных сопряженных задач:

- 1) внешней, связанной с изучением закономерностей теплообмена конструкции АЦ и очага пожара;
- 2) внутренней, связанной, с изучением основных процессов тепло- и массообмена, происходящих в АЦ.

Рассматривалась АЦ с емкостью эллиптического сечения заполненная на 95 % нефтепродуктом (бензином или дизельным топливом). Свободный объем АЦ заполнен смесью паров жидкости и воздуха. В верхней части АЦ имеется предохранительный клапан, срабатывающий при достижении определенного давления паровоздушной смеси (100 кПа). Схема внешнего теплообмена оболочки АЦ представлена на рис. 1.



**Рис. 1. Физическая схема к обоснованию выбора математической модели**

$q_f$  – интенсивность теплового потока пожара разлива нефтепродукта;  $G_g, P_g, T_g, T_i$  – расход, давление, среднеобъемная температура паровоздушной смеси и нефтепродукта;

$V_g, V_t$  – объем паровоздушной смеси и нефтепродукта

Учитывались следующие основные тепло- и массообменные процессы:

- истечение жидкости из АЦ при разгерметизации сливного патрубка;
- воздействие внешнего теплового потока на оболочку АЦ;
- теплообмен наружной поверхности оболочки с окружающим воздухом;
- теплопроводность стенки АЦ;
- теплообмен внутренней части оболочки АЦ с жидкостью и паровоздушной смесью;
- теплообмен между паровоздушной и жидкой фазой;
- испарение жидкости;
- истечение паровоздушной смеси через предохранительный клапан при достижении давления его срабатывания.

Математическое описание процесса теплопередачи состоит из уравнений нестационарной теплопроводности в трехмерной постановке в цилиндрических координатах [1, 2].

Сопряженные вычисления при решении дифференциальных уравнений в частных производных при расчете теплопроводности в стенке АЦ, и системы обыкновенных дифференциальных уравнений при расчете процессов тепло- и массообмена, происходящих внутри АЦ, проводились в среде программно-математических комплексов «Matlab 7.2» (Mathworks, США) и «Femlab 3.2» (Comsol Multifisycs, США) [3].

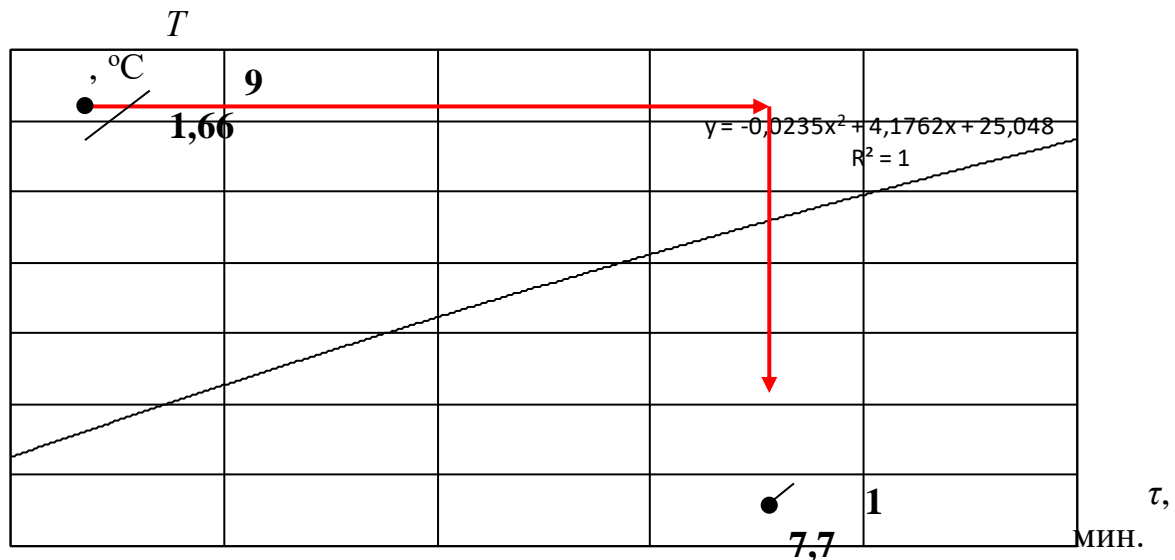
Для решения поставленных задач применялась следующая последовательность процесса численного моделирования:

- построение конечно-элементной модели АЦ в виде горизонтальной эллиптической оболочки;
- задание параметров модели в виде констант и расчетных зависимостей;
- задание условий однозначности;
- задание временных параметров расчета;
- проведение вычислений;
- визуализация и оценка результатов моделирования.

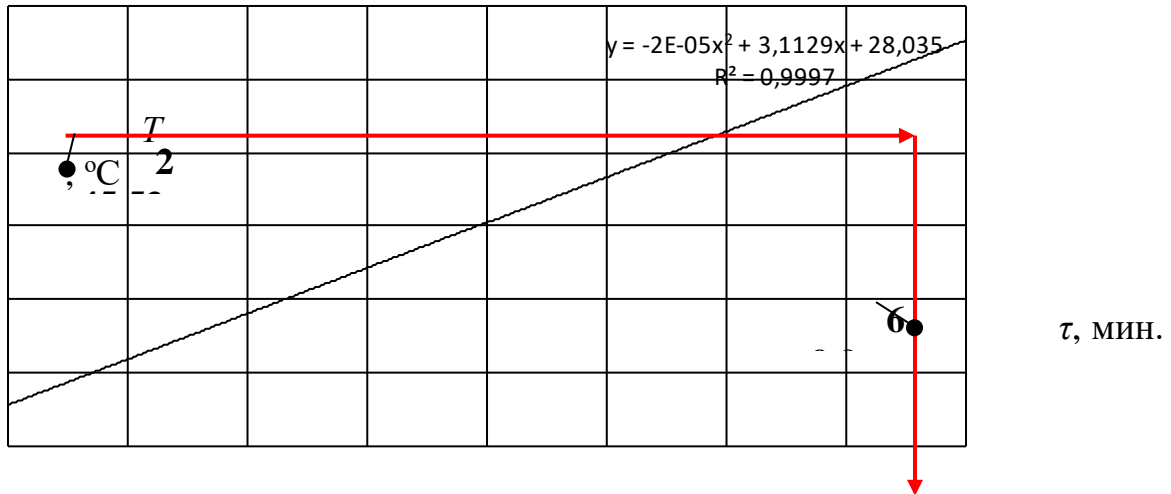
В качестве метода численного расчета нестационарной теплопроводности в стенке конструкции выбран метод конечных элементов, так как он обладает наиболее универсальными вычислительными алгоритмами для расчета нестационарных задач и основан на идее аппроксимации непрерывной функции (в нашем случае – температуры) дискретной моделью, которая строится на множестве кусочно-непрерывных функций, определенных на конечном числе подобластей, называемых конечными элементами [4].

Исследуемая геометрическая область (оболочка АЦ) разбивалась на элементы таким образом, чтобы на каждом из них неизвестная функция аппроксимировалась пробной функцией (полиномом). Пробные функции должны удовлетворять граничным условиям непрерывности, совпадающим с граничными условиями, налагаемыми рассматриваемой задачей.

На рис. 2, 3 представлены результаты моделирования процесса нагрева бензина и дизельного топлива в АЦ при ее нахождении в очаге пожара при принятой начальной температуре окружающего воздуха 25 оС, характерной, как отмечалось ранее (см. главу 1), для всех областей СРВ.



**Рис. 2. Зависимость температуры жидкой фазы бензина в АЦ от времени ее нагрева в очаге пожара**



**Рис. 3. Зависимость температуры жидкой фазы дизельного топлива в АЦ от времени ее нагрева в очаге пожара**

Полученные результаты расчетов позволяют сделать следующие основные выводы:

- при нахождении АЦ с бензином или дизельным топливом в очаге пожара разлива нефтепродукта вероятность ее взрыва с образованием «огненного шара» высока, так как расчетные величины  $\delta\delta = 0,42$  и  $\delta dt = 0,77$  (для бензина и дизельного топлива, соответственно) превышают критическую величину  $\delta = 0,35$ ;
- взрыв АЦ в очаге пожара разлива нефтепродукта возможен при достижении жидкой фазой бензина критической температуры, равной  $91,66 \text{ °C}$ , и дизельного топлива –  $245,53 \text{ °C}$ , соответственно;
- время достижения жидкой фазой бензина в АЦ критической температуры не превышает 18 минут, что в 3 раза меньше времени слива топлива из АЦ и с производственной площадки в аварийный резервуар (55 мин.). Следовательно, с целью предотвращения взрыва АЦ с последующим каскадным развитием пожара и возможными катастрофическими последствиями, необходимо предусматривать дополнительные мероприятия противопожарной защиты;
- время достижения жидкой фазой дизельного топлива в АЦ критической температуры составляет около 70 минут, что превышает время полного слива топлива из АЦ и с производственной площадки в аварийный резервуар, то есть, не должно привести к ее взрыву. В тоже время, пожар разлива нефтепродукта приведет к возгоранию пожарной нагрузки на АЦ, представленной резинотехническими изделиями, топливосмазочными, лакокрасочными и отделочными материалами, время горения которых может превышать пожар разлива топлива.

Таким образом, при попадании АЦ с дизельным топливом в очаг пожара, по всей видимости, также необходимо предусматривать дополнительные мероприятия противопожарной защиты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кошмаров Ю.А., Башкирцев М.П. Термодинамика и теплопередача в пожарном деле. ВИПТШ МВД СССР, 1987. – 440 с.
2. Монахов В.Т. Методы исследования пожарной опасности веществ. М., Химия, 1972. – 416 с.
3. Хабибулин Р.Ш. Расчет тепломассообмена в горизонтальном резервуаре с ЛВЖ (ГЖ) при воздействии тепловых потоков пожара. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2008610213 от 9.01.08. Роспатент, 2008 г.
- 4, Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. – М.: Мир, 1979. – 392 с

*Нгуен Туан Ань, к. т. н., Институт пожарной безопасности Вьетнама*

#### ВВЕДЕНИЕ СИЛ И СРЕДСТВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ЭТАЖАХ ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ

В крупных городах Вьетнама время следования первого пожарного подразделения к месту пожара составляет: в центральную часть днем - 15-16,5 мин., ночью - 9,5-10,5 мин.; в пригородную часть днем - 11-12,4 мин., и ночью - 9,2-10 мин. Сосредоточение необходимого количества сил и средств в городе днем на тушение зданий повышенной этажности (ЗПЭ) занимает 35–55 мин., а ночью - 30-45 мин.

Время боевого развертывания от пожарного автомобиля, установленного на водоисточник, до входа в здание определяется по формуле:

$$\tau_{бр} = \tau_{рмс} + 0,06 \Delta\tau L \quad (1)$$

где:  $\Delta\tau$  - среднее время наращивания рукавной линии на один рукав, равное 0,5 мин.;

$\tau_{рмс}$  - время боевого развертывания от пожарного автомобиля на один рукав, равное 0,6 мин.;

$L$  - расстояние от пожарного автомобиля до входа в здание, м.

Время подъема звена ГДЗС на требуемый этаж ЗПЭ:

$$\tau_{мл} = \frac{N^{мп}_{эт} \cdot H_{эт}}{60V_{двл}}, \text{ мин.}, \quad (2)$$

где:  $H_{эт}$  - высота этажа, м;

$V_{двл}$  - скорость движения лифта вверх, равная 1,2-1,6 м/с для обычных лифтов и 6- 7 м/с - для скоростных лифтов;

- по лестничной клетке с прокладной рукавной линии между маршами

$$\tau_{двлк} = \frac{N^{мп}_{эт} \cdot H_{эт}}{60V_{двл}}, \text{ мин.}, \quad (3)$$

где:  $V_{двл}$  - скорость движения пожарных по лестничной клетке без включения в СИЗОД с прокладной рукавной линии между маршами, равная 0,21 м/с.

- по лестничной клетке без включения в противогазы

$$\tau_{лк} = \frac{N^{мп}_{эт} \cdot L_{этм}}{60 \cdot V_{длк}^3}, \text{ мин.}, \quad (4)$$

где:  $V_{длк}$  - скорость движения звена ГДЗС вверх по лестничной клетке, равная 0,43 м/с;

$L_{этм}$  - расстояние между этажами при движении по лестничной клетке, равное 7,4- 8,3 м.

При движении звена ГДЗС вверх по лестничной клетке с включением в противогазы скорость подъема будет 0,29 м/с.

Время спуска рукавной линии через оконной проем:

$$\tau_{срз} = \frac{N^{мп}_{эт} \cdot H_{эт} \cdot K_{срз}}{60}, \text{ мин.} \quad (5)$$

где:  $K_{срз}$  - коэффициент, характеризующий затраты времени на спуск рукавной линии, равный 3,34 с/м.

Проведенные эксперименты показали, что меньше времени требуется для боевого развертывания на этажи ЗПЭ при следующих способах:

- подъем звена ГДЗС на лифте на 1-2 этажа ниже этажа пожара, спуск через оконный проем спасательной веревки вниз и подъем с ее помощью рукавной линии, собранной пожарными, вверх (с использованием специального блока, установленного на подоконнике);

- подъем звена ГДЗС с рукавами на лифте на 1-2 этажа выше этажа пожара, спуск рукавной линии сверху через оконный проем;

- подъем звена ГДЗС по лестничной клетке с прокладкой рукавной линии между ее маршами.

Каждый рукав должен закрепляется не менее чем двумя рукавными задержками.

Рукавные линии могут прокладываться по коленам выдвинутых автолестниц. Для подачи ствола на тушение через оконный проем требуется: 25-35 мин.

Прокладку магистральных рукавных линий по маршам лестничных клеток (на этажах выше 15-го) производить нерационально, так как этот способ трудоемок и для него требуется большое количество пожарных рукавов.

Магистральные рукавные линии должны прокладываться с установкой двух разветвлений: одного - в начале магистральной линии, второго - за 1-2 этажа до места пожара. При этом необходимо принять меры по защите линий от падающих стекол, элементов конструкций и других предметов.

При прокладке магистральной рукавной линии целесообразно от головного пожарного автомобиля прокладывать рукава, выдерживающие требуемое рабочее давление. Каждый рукав, проложенный по вертикали, должен быть надежно закреплен рукавными задержками.

Для контроля за работой линий необходимо выставлять посты, располагающие резервными рукавами.

Для выпуска воды из магистральной линии надо использовать рукавное разветвление, один штуцер которого должен быть свободным. У данного разветвления должен постоянно находиться пожарный из числа боевого расчета подразделений.

Расчет параметров работы насосно-рукавных систем для определенного количества ручных стволов производится в следующей последовательности.

1. Площадь пожара при его свободном развитии:

$$S_n = V_{s1} \tau_0, \quad (6)$$

где:  $V_{s1}$  - скорость роста площади пожара при его свободном развитии

$\tau_0$  – время свободного развития пожара, мин.

2. Требуемое количество стволов для тушения пожара:

$$N^{mp}_{ств} = \frac{S_n \cdot J_{mp}}{q_{ств}}. \quad (7)$$

3. По величине  $N^{mp}_{ств}$  определяется схема боевого развертывания с подачей стволов на заданный этаж.

4. Требуемое количество отделений на АЦ, АНР для подачи  $N^{mp}_{ств}$  в заданный этаж на тушение пожара:

$$N^{mp}_{отд} = \frac{N^{mp}_{ств}}{n^{ств}_{отд}}, \quad (8)$$

где:  $n^{ств}_{отд}$  - возможности отделения на АЦ, АНР подать определенное количество стволов звеном ГДЗС на тушение.

6. Потери напора в магистральной линии, проложенной от автомобиля, стоящего на водоисточнике, до здания:

$$h_{мл2} = S_p Q_2^2 \frac{1,2L}{20}, \quad (9)$$

где:  $S_p$  - сопротивление рукава;

$Q_2$  - расход воды, идущей по рукавной линии к стволам, л/с.

6. Количество рукавов в магистральной линии от земли до этажа пожара:
  - при прокладке между маршами лестничной клетки

$$n_{мл1} = \frac{1,2H_{эм} \cdot N_{эм}}{l_p}; \quad (10)$$

- при прокладке по ступенькам лестничной клетки

$$n_{мл1} = \frac{1,2H_{эм} \cdot J_{эм,м}}{l_p}, \quad (11)$$

где:  $l_{эм,м}$  - расстояние между этажами, равно 7,4- 8,3 м.

7. Потери напора в магистральной линии, проложенной от земли до этажа пожара:

$$h_{мл1} = n_{мл1} S_p Q_1^2, \quad (12)$$

8. Потери напора в рабочих линиях, идущих к стволу от разветвления, установленного на этаже пожара:

$$h_{рл} = n_{рл} S_p Q_{рл}^2, \quad (13)$$

9. Высота подъема воды на горящей этаж здания:

$$h_{под} = H_{эм} N^{mp}_{эм}. \quad (14)$$

10. Требуемый напор воды для нормальной работы стволов:

$$H^{mp}_{общ} = h_{мл2} + h_{мл1} + h_{нас} + h_{рл} + h_{под}. \quad (15)$$

Если  $H^{mp}_{общ} > 100$  м. вод. ст. (1 МПа), то требуется изменить схему подачи воды на перекачку по двум магистральным линиям по схеме "из насоса в насос".

11. Потери напора в магистральной линии, проложенной от водоисточника до головного насоса:

$$h_{мл2} = \frac{n_{мл2} \cdot S_p \cdot Q_2^2}{4}. \quad (16)$$

12. Максимальный напор на насосе автомобиля, установленного на водоисточник:

$$H_{нв} = h_{мл2} + 40. \quad (17)$$

13. Требуемый напор на насосе головного пожарного автомобиля:

$$H_{нз} = H_{общ} - H_{нв}. \quad (18)$$

14. Величина показания манометра на насосе головного автомобиля:



$$H_{мг} = H_{нг} + 40 . \quad (19)$$

Напор на манометре головного автомобиля не должен превышать 140 м. вод. ст.(1,4 МПа).

При подаче воды на большие высоты для тушения пожаров в ЗПЭ целесообразно использовать сухотрубы и устройства для подпитки пожарными насосами внутреннего противопожарного водопровода.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ СТВОЛОВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ПОЖАРОВ**

Пожарные должны уверенно обращаться с комбинированным стволом при любых обстоятельствах. Для этого они должны овладеть навыками работы со всеми механизмами и элементами пожарного ствола даже при нулевой видимости, на ощупь. К примеру, отрегулировать кольцо расхода воды пожарный должен даже в защитных перчатках.

Ствольщик должен быть в состоянии перед входом в горящее помещение на ощупь «настроить» ствол, поэтому практическое применение комбинированного пожарного ствола должно достигаться интенсивными обучением и тренировками.

При регулировке ствола ствольщик держит левой рукой головку ствола, а правой рукой – рычаг регулирования напора воды. Старший звена держит рукав и контролирует его положение при подаче воды.

При тушении пожара, пожарные входящие в состав звена, должны действовать очень согласованно для наиболее эффективного взаимодействия. Ствольщик постоянно направляет ствол на очаг пожара и открывает или закрывает, в зависимости от ситуации, сопло ствола. Подствольщик поддерживает рукав и контролирует его положение. Оба должны находиться в непосредственной близости друг к другу и при опасности переключить ствол в положение защиты от пожара с обратной тягой.

При тушении развившихся внутренних пожаров, в настоящее время, применяются 2 основных метода: прямой (наступательный) и непрямой (косвенный).

### **Непрямой метод тушения.**

При непрямом методе тушения для тушения очага возгорания необходимо создать достаточное количество водяного пара, который заполнит объем помещения для прекращения горения. Требуемое количество водяного пара зависит от вида горящего материала и находится в пределах 10-35% от объема газовой смеси в помещении.

Основой этого метода является направление струи воды не в очаг горения непосредственно, а на нагретые поверхности рядом с ним. В результате, в помещении образуется большое количество водяного пара, который приводит к перемещению нагретой газо-водяной смеси на пожарного (образуется так называемая «горячая волна»), то есть навстречу струе (струям) воды. Данный метод тушения не популярен, из-за его малой эффективности. Однако, пожарные должны знать об этой опасности, понимать этот эффект отражения струи от стены в закрытом пространстве и учитывать его при работе.

### **Прямой метод тушения.**

Метод основан на применении современного комбинированного пожарного ствола, распыляющего водяную струю.

Во-первых, именно распыленные (а не компактные) струи воды имеют решающее значение при использовании прямого метода. Наилучший эффект тушения достигается при распылении струи, когда мельчайшие капли воды орошают горящие поверхности на большой площади. В результате концентрация охлаждающих горящие поверхности капель воды быстро достигает уровня, при котором процесс горения останавливается.

Во-вторых, от размера капель в распыленной струе зависит требуемое для тушения пожара количество воды. Чем меньше размер капель, тем меньше требуется воды на тушение. При орошении мельчайшими каплями воды горящих поверхностей происходит быстрое их охлаждение. Тепловая энергия горящих поверхностей активно поглощается водой, а парообразование намного меньше, вследствие меньшего расхода воды на тушение. Поэтому, при применении прямого метода тушения распыленными струями, вода расходуется эффективнее, количество образовавшегося водяного пара в помещении значительно меньше, а условия работы пожарного – безопаснее и удобнее.

В-третьих, при тушении поверхностей, вода не только охлаждает их, но и дополнительно облако испаряющейся воды, разбавляет окислитель в воздухе (кислород), тем самым перекрывает его доступ к очагу горения (как при непрямом методе тушения).

В-четвертых, сам пожарный лучше защищен при использовании прямого метода – в случае угрозы новой вспышки очага горения он может ликвидировать очаг меньшими усилиями, чем при непрямом методе тушения.

При непрямом методе длительное парообразование приводит к значительному расширению горячей газовой смеси. При прямом же методе существенно охлаждаются и сжимаются слои, находящиеся ближе к пожарному. Сжатие этих слоев компенсирует расширение водяного пара в остальной части помещения.

В итоге уменьшается опасность эффекта «горячей волны» как для пожарного, так и для обстановки в помещении. При ликвидации пожара в квартире, например, так сохраняется больше мебели и другого имущества, меньше ущерб от воды и от высокой температуры.

При применении комбинированных стволов для тушения внутренних пожаров необходимо:

– для охлаждения нагретых газов перед входом в помещение, где развивается пожар, установить угол распыленной струи на 45-75 градусов и расход воды не более 2 л/с, положение дозатора №1 в модификации «А» ствола СПРУК-50/0,7 «Викинг» и положение дозатора №3 в модификации «Б» ствола СПРУК-50/0,7 «Викинг». В помещениях с высотой потолка от 2,20 до 4 метров оптимальным является угол распыления в 60 градусов.

– при установлении дозаторов стволов СПРУК-50/0,7 «Викинг» в крайние положения, с большим расходом огнетушащего вещества (4,9 и 5,7 л/с) в помещениях с высокой температурой горения приводят к интенсивному парообразованию. Горячий влажный пар представляет большую опасность для пожарных, так как образуется «горячая волна», что может привести к травмированию работников, в том числе получению ожогов. Кроме того, увеличивающийся объем пара может привести к молниеносному вымещению нагретых газов из горящего помещения в другие комнаты, как следствие, образование новых очагов горения. Так же, высокая степень образования пара обуславливает повышение давления. Поэтому не разрушенным до этого элементам помещения, как, например, оконным стеклам, может быть причинен ущерб.

– при тушении пожара внутри помещений следует подавать распыленные струи. При этом не следует подавать длинные струи, а после кратковременной подачи воды оценивать ситуацию. Длинные струи приводят к образованию большого объема пара при соприкосновении с раскаленными горящими поверхностями. Образующееся облако пара молниеносно вытесняет разогретые газовые смеси по потолку по направлению к выходу из помещения. Как следствие, позади звена могут воспламениться предметы, и пожарные, в таком случае, будут окружены огнем.

– защита от пожара с обратной тягой с помощью распыленной струи. При быстром распространении огня в помещении (остроконечное пламя, пожар с обратной тягой и т.д.) пожарные должны защитить себя с помощью установления режима защиты распылением на стволе (угол распыления 120<sup>0</sup>). Поэтому ствольщик в помещениях, где существует непосредственная опасность, кладет одну руку на головку ствола, вторую – на рычаг расхода воды. Таким образом, он может быстро привести ствол в нужную позицию. Если командир звена раньше ствольщика распознает образование остроконечного пламени или другую опасную ситуацию, он за плечо опускает ствольщика рывком вниз – это является сигналом приведения в действие защитной функции на стволе. Далее звено передвигается ползком, лежа на боку. Согласованные действия звена достигаются за счет непосредственной близости пожарных друг к другу.

При тушении пожаров ствольщику приходится, приспосабливаться к обстановке, работать со стволом в различных положениях. Для того чтобы возможно дольше сохранить силы, а также с наибольшим успехом и прицельно маневрировать струей огнетушащего вещества, очень важно при работе со стволом принимать правильное положение. В ходе тушения пожара у ствольщика обычно возникает необходимость передвижения по заданной позиции, направляя струю огнетушащего вещества влево, вправо, вверх, вниз, он вынужден постоянно передвигаться вперед, наступать на огонь. Такие действия ствольщика называются маневрированием стволом.

Маневрирование стволом должно обеспечивать:

- тушение огня и необходимую защиту при спасании людей, эвакуации животных, имущества;
- тушение огня в разных плоскостях (перекрытия, пол и т. п.) и направлениях (прямо, вправо, влево);
- тушение очагов огня, обнаруженных при вскрытии или разборке конструкций здания;
- защиту соседних зданий и сооружений.

От правильности выбора позиции ствольщика, от слаженности действий ствольщиков и подствольщиков, а также от умелого маневрирования стволом во многом зависит успех тушения пожара и спасания людей, поэтому в процессе обучения спасателей-пожарных необходимо отрабатывать наиболее эффективные приемы и способы работы со стволами и схемы взаимодействия ствольщиков и подствольщиков.

*В. В. Пармон, к. т. н., доцент, В. А. Олихвер, А. А. Морозов, Г. Б. Агакишизаде,  
Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь*

## **БОЕВАЯ РАБОТА С ПОДСТВОЛЬЩИКОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ РУЧНЫХ ПОЖАРНЫХ СТВОЛОВ**

Подствольщик – помощник ствольщика. В его обязанность входит помогать ствольщику в прокладке рукавных линий, в достижении позиции ствола; закреплять рукавную линию при подъеме ее на высоту; обеспечивать позицию ствола необходимым запасом рукавов; наблюдать за конструкциями в пределах позиции ствола и производить работы по вскрытию и разборке конструкций на позиции; подменять ствольщика в случаях его продолжительной работы со стволом или работы в тяжелых условиях, а также в других случаях. Подствольщик должен обладать знаниями, иметь практический опыт и навыки работы, как и ствольщик. От

слаженности совместных действий ствольщика с подствольщиком зависит успех ликвидации горения на пожаре.

Основной задачей подствольщика при непосредственной работе со стволом является помощь ствольщику в противодействии реактивной силе и помощь при передвижении с рукавной линией.

Для работы со стволом из положения стоя ствольщик принимает боевую стойку. Подствольщик становится позади ствольщика в непосредственной близости и создает упор плечом в спину ствольщика, удерживая, в это же время, рабочую рукавную линию. Для этого подствольщик становится левым боком к спине ствольщика, сгибает левую ногу в колене, правую ногу отводит в сторону и максимально выпрямляет для большей устойчивости и левым плечом упирается в спину ствольщика. Напорную рукавную линию подствольщик располагает и удерживает именно таким же способом, как и ствольщик, либо перед собой двумя руками, либо на плече. Важно, что бы способ расположения и удержания пожарного рукава ствольщиком и подствольщиком не отличался. Это обеспечивает наиболее эффективное маневрирование стволом. При применении различных способов удержания рукава будут возникать дополнительные затруднения.



*Рисунок 1*

Для работы со стволом из положения с колена ствольщик принимает боевую стойку. Подствольщик располагается позади ствольщика в непосредственной близости и создает упор плечом в спину ствольщика, удерживая, в это же время, рабочую рукавную линию. Для этого подствольщик располагается левым боком к спине ствольщика опускается на левое колено, правую ногу отводит в сторону и максимально выпрямляет для большей устойчивости и левым плечом упирается в спину ствольщика. Напорную рукавную линию подствольщик располагает и удерживает именно таким же способом, как и ствольщик, что обеспечивает наиболее эффективное маневрирование стволом.



*Рисунок 2*

Необходимо помнить, что в случае если во время работы ствол вырвался из рук, надо немедленно снизить давление, лечь грудью на рукав и способом переползания двигаться к стволу. Не разрешается оставлять ствол без надзора даже после прекращения подачи воды.

*В. В. Пармон, к. т. н., доцент, В. А. Олихвер, А. А. Морозов, Г. Б. Агакишизаде,  
Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь*

## **МЕТОДЫ ПРОКЛАДКИ РУКАВНЫХ ЛИНИЙ**

Для удобства необходимо разбить проведения боевого развертывания начиная от разветвления, т.е. прокладку рабочих линий, на ряд этапов:

1. от разветвления до подъезда;
2. от подъезда до горящего этажа по лестничным маршам;
3. на горящем этаже и внутри помещения.

Первый этап.

Перед входом в здание как минимум один рукав необходимо оставить в качестве запаса для маневрирования.



*Рисунок 1 – Рукав для маневрирования при входе в здание*

При возможности подъезда вплотную к подъезду целесообразно применять «ствол первой помощи»: один короткий рукав магистральной линии с разветвлением и несколькими рукавами рабочей линии в скатке либо рукавной корзине.

При проведении развертывания по автолестнице целесообразно устанавливать разветвление непосредственно перед ней, т.к. при свертывании рукавной линии будет возможность слить воду с неё. Если существует необходимость подачи нескольких стволов, второе разветвление можно установить после автолестницы.

Второй этап.

Рукавная линия должна быть закреплена на перилах лестницы рукавными задержками из расчета одна задержка на рукав при прокладке между лестничными маршами.

Если горящее помещение находится не высоко (5-ый и менее этаж), возможно прокладывать рукавную линию по лестничному маршу. В таком случае на лестничных площадках можно проложить запас рукавной линии для маневрирования. При этом следует обращать внимание, что петля ведущего вверх рукава должна лежать сверху



*Рисунок 2 – Создание резерва рабочей линии на лестничной площадке*

Третий этап.

Перед входом в горящее помещение длина рукавной линии увеличивается за счет запаса. В качестве запаса для маневрирования прокладывается, по крайней мере, один рукав на лестнице, ведущей вверх или вниз.



*Рисунок 3 – Создание резерва рабочей линии на лестничном марше*

При тушении очага пожара ствольщик приседает на одну ногу, выставляя вторую ногу вперед. Он удерживает ствол, перекинув его через плечо. Командир звена контролирует положение рукава. Ствольщик должен подавать воду не непрерывно, а время от времени закрывать ствол и отслеживать воздействие воды, степень образования пара и ущерб, причинённый водой. Повышенное парообразование приводит к вытеснению нагретых газов из горящего помещения, изменению температурного распределения, а также вероятности получения пожарным ожогов. Кроме того, сухой жар легче переносить, чем влажный. Следует учитывать высокую теплоемкость камня и бетона и избегать попадания воды на раскаленные поверхности.



*Рисунок 4 – Передвижение звена ГДЗС с рукавной линией*

В горящем помещении или при подходе к нему следует продвигаться не прямо, а согнувшись по полу и по стене. Перемещение по стене, когда одна нога пожарного согнута, и он опирается на нее, а вторая выпрямлена и вытянута вперед, уменьшает возможность падения пожарного на пол, дает лучшее поле обзора, оставляет одну руку свободной. Пожарный может держать ствол наготове для защиты от быстрого распространения огня или остроконечного пламени. Передвижение на четвереньках имеет свои недостатки: пожарный, передвигаясь таким способом, не может обследовать пространство впереди себя на достаточном расстоянии. Поэтому он может сорваться в провал, лестничный марш и т.д. Кроме того, в таком положении сложно обозревать пространство впереди себя, отслеживать изменения в слое дыма над головой и невозможно в случае опасности применить распыленную струю в качестве защиты от пожара с обратной тягой.



*Рисунок 5 – Передвижение звена ГДЗС с рукавной линией*

Всегда использовать имеющуюся мебель или стены в качестве защиты от жары и пламени.

*В. В. Пармон, к. т. н., доцент, М. Ю. Стриганова, к. т. н., доцент, А. В. Ширко, к. ф.-м. н., А. А. Морозов,  
Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗОВЫХ УРАВНЕНИЙ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ПОЖАРНОГО СТВОЛА В СРЕДЕ ANSYS FLUENT**

В Ansys Fluent на основе метода конечных объемов численно решаются базовые уравнения гидрогазодинамики – система уравнений Навье-Стокса, в состав которого входят уравнение неразрывности и уравнения движения [1]. В работе принято, что жидкость является несжимаемой, т.е.  $\rho = \text{const}$ , и относится к ньютоновской.

Постоянство плотности означает постоянную температуру и химический состав. В несжимаемой жидкости уравнение неразрывности принимает вид условия нулевой дивергенции поля скорости, при этом будет иметь место линейная связь между компонентами тензора сдвиговых напряжений и компонентами тензора скоростей деформаций.

В несжимаемой жидкости давление играет особую роль. Численная эффективность расчетных процедур в большой степени обусловлена затратами времени на расчет поля деления рассчитываемых показателей.

Существующие подходы к численному моделированию турбулентных течений основаны на степени детальности разрешения турбулентных пульсаций и их энергетического спектра. В нашем случае будем использовать RANS-метод, в котором уравнения Навье-Стокса позволяют получить уравнения переноса для средних значений величин, случайным образом пульсирующих в турбулентном потоке. Для этого используется разложение мгновенного значения скорости  $u$  в уравнении Рейнольдса на сумму среднего значения  $\bar{u}$  и пульсационной составляющей  $u'$ . Подстановка такого разложения в уравнение неразрывности и уравнения движения и их последующее осреднение позволяет получить систему уравнений для среднего поля скоростей. Эту систему называют уравнениями Навье-Стокса, осредненными по Рейнольдсу (Reynolds-averaged Navier-Stokes equations или, короче, уравнения RANS) [1]. На данном этапе в осредненных уравнениях появляются неизвестные корреляции пульсирующих величин, без определения которых осредненные уравнения не могут быть решены, так как возникает проблема замыкания. Для решения проблемы замыкания привлекаются модели турбулентности, которые выражают неизвестные корреляции через известные (точнее – искомые) осредненные значения. Численное решение зависит от пространственной сетки и шага по времени. Последовательное уменьшение ячеек пространственной сетки и шагов по времени в принципе позволяет получить сеточно-независимое (точное) решение уравнений RANS.

Для физической интерпретации рейнольдсовых напряжений используем аналогию их с компонентами тензора вязких напряжений, которые характеризуют перенос импульса за счет молекулярных столкновений. Отсюда сделаем вывод, что рейнольдсовы напряжения также характеризуют перенос импульса за счет перемешивания в пульсирующем турбулентном потоке.

Используя концепцию Буссинеска, который предположил, что связь между турбулентными напряжениями и тензором скоростей деформации осредненного течения аналогична соответствующей связи, которая имеет место между вязкими напряжениями и компонентами тензора скоростей деформаций для ньютоновской жидкости, можно записать [1]:

$$-\rho \overline{u'_j u'_i} = \mu_t \left( \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \left( \rho k + \mu_t \frac{\partial \bar{u}_k}{\partial x_k} \right) \delta_{ij}, \quad (1)$$

где  $k = 1/2 (\overline{u_1'^2} + \overline{u_2'^2} + \overline{u_3'^2})$  – кинетическая энергия турбулентных пульсаций,  $\mu_t$  – динамическая вязкость,  $\delta_{ij}$  – символ Кронекера.

С учетом (1) уравнения для среднего поля скоростей при постоянной плотности будут иметь вид

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \bar{p} + \frac{2}{3} \rho k \right) + \frac{\partial}{\partial x_j} \left( (\nu + \nu_t) \left( \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) \right) + g_i + f_i, \quad (2)$$

где  $\nu_t$  – кинематическая вязкость,  $g_i$  – ускорение свободного падения,  $f_i$  – внешние поверхностные силы,  $\bar{p}$  – среднее давление.

Для моделирования турбулентного течения жидкости в проточном канале ствола используем SST модель (Shear Stress Transport model), которая, как показал опыт [1], приводит к лучшему согласию с экспериментом на данном классе течений. SST модель основана на линейной комбинации  $k$ - $\omega$  модели Уилкокса в пристеночных областях и  $k$ - $\epsilon$  модели вдали от стенок. Уравнения  $k$ - $\omega$  модели имеют вид [1]

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho k}{\partial t} + \frac{\partial \rho k \bar{u}_j}{\partial x_j} &= \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_{k1}} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) + \rho P_k - \rho C_\mu k \omega, \\ \frac{\partial \rho \omega}{\partial t} + \frac{\partial \rho \omega \bar{u}_j}{\partial x_j} &= \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_{\omega 1}} \right) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right) + \alpha_1 \frac{\omega}{k} \rho P_k - \rho \beta_1 \omega^2. \end{aligned} \quad (3)$$

Уравнения  $k$ - $\epsilon$  модели (3), записанные так, чтобы использовать  $\omega$  вместо  $\epsilon$  имеют вид:

$$\frac{\partial \rho k}{\partial t} + \frac{\partial \rho k \bar{u}_j}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_{k1}} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) + \rho P_k - \rho C_\mu k \omega,$$

$$\frac{\partial \rho \omega}{\partial t} + \frac{\partial \rho \omega \bar{u}_j}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_{\omega 1}} \right) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right) + 2\rho \frac{1}{\sigma_{\omega 2} \omega} \frac{\partial k}{\partial x_j} \frac{\partial \omega}{\partial x_j} + \alpha_2 \frac{\omega}{k} \rho P_k - \rho \beta_2 \omega^2. \quad (4)$$

Турбулентная вязкость определяется равенством [1]

$$\mu_t = \rho \frac{k}{\omega}. \quad (5)$$

Считается, что  $k$ - $\omega$  модель (4) лучше приспособлена к описанию пристеночных течений в пограничных слоях, а  $k$ - $\epsilon$  вдали от стенок. Для того, чтобы активировать каждую из перечисленных моделей в своей области течения формируется комбинированная  $k$ - $\omega$  модель:

$$\frac{\partial \rho k}{\partial t} + \frac{\partial \rho k \bar{u}_j}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_{k3}} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) + \rho P_k - \rho C_\mu k \omega,$$

$$\frac{\partial \rho \omega}{\partial t} + \frac{\partial \rho \omega \bar{u}_j}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_{\omega 3}} \right) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right) + (1 - F_1) 2\rho \frac{1}{\sigma_{\omega 2} \omega} \frac{\partial k}{\partial x_j} \frac{\partial \omega}{\partial x_j} + \alpha_3 \frac{\omega}{k} \rho P_k - \rho \beta_3 \omega^2. \quad (6)$$

В уравнениях (4) – (6) обозначены:  $P_k = \tau_{ij} S_{ij}$  – генерационный член,  $\tau_{ij}$  – тензор реинольдсовых напряжений,  $S_{ij}$  – тензор скоростей деформации среднего течения;  $C_\mu$  – коэффициент вязкости,  $\omega$  – удельная скорость диссипации,  $\sigma_{k1}$ ,  $\sigma_{k3}$ ,  $\sigma_{\omega 1}$ ,  $\sigma_{\omega 2}$ ,  $\sigma_{\omega 3}$ ,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  – константы.

Таким образом, вклад  $k$ - $\omega$  и  $k$ - $\epsilon$  модели определяется значением функции-переключателя  $F_1$  в (6):

$$F_1 = \begin{cases} 0, & \text{вдали от поверхности, } k - \epsilon \text{ модель;} \\ 1, & \text{внутри пограничного слоя, } k - \omega \text{ модель.} \end{cases}$$

При расчете в качестве граничных условий на входе подается вода и ставится давление в 7 атм., на выходе давление атмосферное, а среда – воздух.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Моделирование турбулентности в расчетах сложных течений. Учебное пособие / А.В. Гарбарук, М.Х. Стрелец, М.Л. Шур. Санкт-Петербург, 2012. – С. 54–57.

*Т. В. Пархоменко, О. М. Черненко, к. мед. н., доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України  
І. М. Криворучко, НМЦ ЦЗ та БЖД ДСНС України в Черкаській області*

#### ДО ПИТАННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ РЯТІВНИКІВ

Ситуація, яка складається протягом останніх десятиліть, все частіше привертає увагу на такі аспекти нашого життя, як екстремальність зовнішніх умов життєдіяльності людини та її внутрішня готовність до їх подолання.

Все частіше можна почути про виникнення надзвичайних ситуацій природного (ураган, землетрус, пожежа тощо), техногенного (аварійні викиди небезпечних речовин) або ж антропологічного (терорестичний акт, проведення військових операцій) характеру. Впливати на розвиток цих подій не завжди можливо, а вивчення їх досить актуальне. Поведінка пересічного громадянина в подібній ситуації направлена на забезпечення особистої безпеки і безпеки життєдіяльності оточуючих і залежить від кількох факторів: внутрішньої готовності до подібних ситуацій, знань, умінь, що дозволяють поводити себе професійно та адекватно.

Працюючи у екстремальній ситуації, психологічні стани рятівників змінюються поетапно. Спочатку виникає гострий емоційний шок, який характеризується загальною психологічною напругою, загострюється сприйняття, та різко зростає почуття страху. Далі настає психофізіологічна демобілізація, суттєво погіршується самопочуття та психоемоційний стан, зростає почуття розпачу та має місце зниження моральних норм поведінки, спостерігається погіршення рівня ефективної діяльності і мотивації до неї, можуть з'являтися паніка та депресивні тенденції. Ступінь та характер цих порушень залежить від кількості небезпечних речовин, з якими працює рятівник, від тривалості роботи з речовинами, від особистості рятівника (його ділових якостей, характеру, темпераменту, виховання), а також від наявності нових стресових чинників.

На зміну вищезазначеному етапу приходить стадія, коли поступово стабілізується настрій, самопочуття, але при цьому контакти з оточуючими суворо обмежені. Далі спостерігається стадія відновлення, закінчується час контакту з небезпечними речовинами, активується міжособистісне спілкування. В цей час відбувається складний емоційний аналіз ситуації, оцінка власних переживань, відчуттів. Якщо рятівнику



необхідно декілька разів (або постійно) контактувати з небезпечними речовинами, фактори, про які йшлося, стають хронічними і формують відносно стійкі психогенні розлади. До таких розладів належать виражена тривожна напруга, страх, знижена здатність до виконання функційних обов'язків, а також критичне відношення до своїх можливостей, різні вегетативні дисфункції, що далі породжують психосоматичні порушення.

Слід брати до уваги той факт, що робота з небезпечними речовинами – це подія, яка носить екстремальний характер, виходить за рамки звичних людських переживань, викликає інтенсивний страх за своє життя, переляк, а іноді й відчуття безпорадності, фатальності. Часто можна спостерігати у рятувальників, які змушені контактувати з небезпечними речовинами фрустрацію, кризовий стан, внутрішній конфлікт. Ці стани деструктивно впливають на психіку, і можуть викликати у відповідь роздратованість, підвищену агресію, депресію. Усі ці реакції порушують інтелектуально-мністичну діяльність, погіршують процес адаптації до подій, що відбуваються. Страх, паніка, відчай погіршують також правильну оцінку ситуації, заважають прийняттю важливих рішень. Сильний стрес може негативно впливати і на вітальні функції (сексуальну поведінку, харчування). Тобто, вцілому, ускладнюється життєдіяльність людини, і, через нестачу внутрішніх ресурсів, порушується поведінка.

Вищезазначені питання знаходяться в центрі уваги лікарів-психіатрів, психотерапевтів, психологів, які надають допомогу тим фахівцям, які перебувають у зоні ризику. Адже в значній мірі наслідки цих травмуючих ситуацій у рятувальників – це такі форми аддиктивної поведінки, як зловживання лікарськими препаратами, алкоголізм та інше. Алкоголь, як наркотик, може використовуватися, як релаксуючий засіб, який частково дозволяє зняти (на певний час) гострий дискомфорт, напругу, страх, відчай, розпач.

Психологи досліджують причини виникнення певних психосоматичних захворювань, у виникненні яких активну участь беруть саме психологічні фактори. Такі соматичні страждання, як виразка шлунку та 12-ти палой кишки, неспецифічний виразковий коліт, гіпертонія, ішемічна хвороба серця – часто виникають внаслідок надзвичайних подій, на загальному фоні інтенсивних і довготривалих афективних станів гніву, злоби, страху, депресії, смутку, відчаю. До того ж, рятувальники, які постійно контактують з небезпечними речовинами (часто вдихають випари, провокуючи насамперед легеневі розлади та розлади дихальної системи) можуть потрапляти до лікарень.

Психологічна допомога рятувальникам вкрай необхідна і для профілактики психосоматичних розладів, і для того, щоб запобігти порушенням поведінки. Вона передбачає нормалізацію загального психічного стану з нівелюванням негативних переживань, які деструктивно впливають на психічні і соматичні функції людини.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Вагин И., Глушай А. Поднимись над толпой! Тренинг лидерства – СПб.: Питер. 2002. – 192 с. – (Серия «Сам себе психолог»).
2. Смольков В. Г. Сущность и типология социального лидерства. Яхонтова Е. С. Эффективность управленческого лидерства. М. 2002.

*І. В. Паснак, к. т. н., І. О. Мовчан, к. т. н., доцент  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

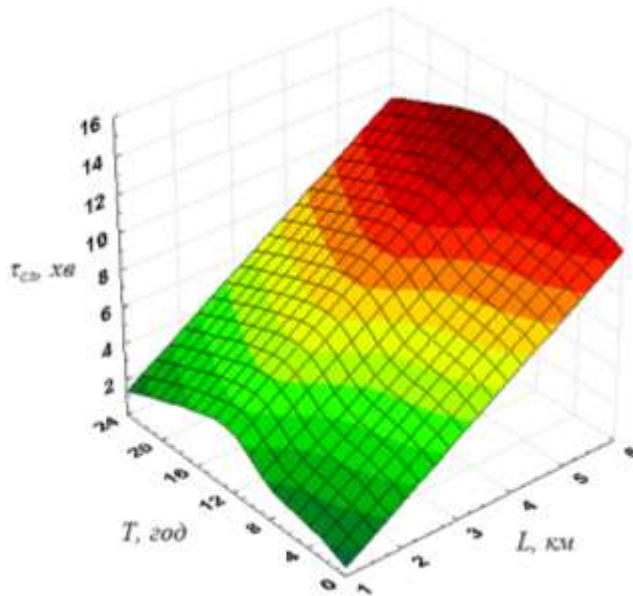
#### ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЧИННИКІВ НА ТРИВАЛІСТЬ СЛІДУВАННЯ ПОЖЕЖНОГО АВТОМОБІЛЯ ДО МІСЦЯ ВИКЛИКУ

Відомо, що вагомою проблемою у царині пожежної безпеки є зменшення тривалості вільного розвитку пожежі. В більшості випадків левову частку часу займає слідування пожежно-рятувальних підрозділів до місця виклику. Тому, сьогодні вкрай актуальною є проблема пошуку заходів для зменшення тривалості слідування пожежників до місця виклику. Передумовою для цього має бути аналіз чинників, які впливають на тривалість слідування пожежного автомобіля до місця виклику.

На жаль, у відомих наукових роботах вкрай мало уваги приділяється аналізу впливу чинників на тривалість слідування пожежного автомобіля, зокрема його взаємодію у системі «водій – автомобіль – дорога – середовище». Частково це питання розглядається у роботі [2].

Метою роботи є дослідження чинників, які впливають на тривалість слідування пожежного автомобіля до місця виклику для зменшення тривалості вільного розвитку пожежі. Для розв'язання окресленої задачі досліджувалась поведінка пожежного автомобіля у системі «водій – автомобіль – дорога – середовище».

В роботі [1] авторами отримано поверхню відгуку тривалості слідування пожежного автомобіля до місця виклику  $\tau_{cl}$  від відстані  $L$  та часу доби  $T$  (рис. 1).



**Рисунок 1 – Поверхня відгуку залежності тривалості слідування пожежного автомобіля до місця виклику  $\tau_{сл}$  від відстані  $L$  та часу доби  $T$**

Беручи до уваги нормативні та статистичні дані, наведені в [2], приймемо, що  $\tau_{в.р.} - \tau_{сл.} = const.$

1)

де  $\tau_{в.р.}$  – тривалість вільного розвитку пожежі, хв.

Тоді, нехай сума всіх інших часових складових  $\tau_{в.р.}$ , крім  $\tau_{сл.}$ , становитиме, наприклад, 20 хв. В цьому випадку, беручи до уваги залежність (2), можна встановити теоретичну залежність площі пожежі від відстані до місця виклику та часу доби.

$$S_n = k \cdot \pi \cdot (0,5 \cdot V_n \cdot \tau_1 + V_n \cdot \tau_2)^2, \quad (2)$$

де  $k$  – коефіцієнт, що враховує кут розвитку пожежі ( $k=0,5$  при куті  $180^\circ$ ,  $k=0,25$  при куті  $90^\circ$ );  $V_n$  – лінійна швидкість розповсюдження пожежі, м/хв. [3];  $\tau_1$  – перші 10 хв. вільного розвитку пожежі (const);  $\tau_2$  – тривалість вільного розвитку пожежі на момент локалізування без урахування  $\tau_1$ .

Зважаючи на вищевикладене, з використанням пакету прикладних програм STATISTICA отримано теоретичні залежності [1, 4]:

$$\tau_{сл.} = -2,78 + 1,97x + 0,5364y - 0,0187y^2, \quad (3)$$

$$S_n = 80,0848 + 46,4554x + 18,6189y + 3,0465x^2 + 0,0353xy - 0,656y^2, \quad (4)$$

де  $x$  – відстань до місця виклику  $L$ , км;  $y$  – час доби  $T$  в межах 0-24 (від 0 до 8 год в зал. (6) підставляти 24 год), год.

Отримані залежності дають змогу встановити значення тривалості слідування пожежного автомобіля до місця виклику і, як наслідок, площу пожежі (для прикладу наведено випадок  $V_n = 1$  м/хв., кутова,  $90^\circ$ ) в залежності від відстані до місця виклику та часу доби.

**Висновки.** На підставі аналізу сучасного стану окресленої проблеми обґрунтовано необхідність досліджень поведінки пожежного автомобіля у системі «водій – автомобіль – дорога – середовище» з метою зменшення тривалості його слідування до місця виклику. Виокремлено основні чинники впливу на тривалість слідування пожежного автомобіля до місця виклику. Отримано залежності впливу чинників на тривалість слідування пожежного автомобіля до місця виклику, та, як наслідок, впливу цих чинників на площу пожежі. Надалі доцільно розробляти та вдосконалювати існуючі математичні моделі руху пожежного автомобіля із урахування його поведінки у системі «водій – автомобіль – дорога – середовище».

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз чинників впливу на тривалість слідування пожежного автомобіля до місця виклику / [Паснак І.В., Придатко О.В., Гаврилюк А.Ф., Колеснікова А.В., Гангур Ю.В.] // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2016. – Вип. 26.1. – С. 286-291.
2. Гуліда Е. М. Зменшення тривалості вільного розвитку пожежі на основі оптимізації шляху слідування пожежних до місця її виникнення / Е.М. Гуліда // Пожежна безпека: Зб. наук. пр. – Л.: ЛДУБЖД, 2013. – №23. – С. 64-70.
3. Довідник керівника гасіння пожежі / за заг. ред. В.С. Кропивницького. – Київ: ТОВ «Літера-Друк», 2016, – 320 с.
4. Pasnak I. Development of algorithms for efficient management of fire rescue units / I. Pasnak, O. Prydatko, A. Gavrilyuk // Eastern European Journal of Enterprise Technologies, Vol 3, No 3(81) (2016): Control processes, pp. 22-28.

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ СПУСКУ ПОТЕРПІЛОГО В НОШАХ**

В ношах необхідно транспортувати потерпілих з важкими травмами опорно-рухливого апарату та у випадках отримання потерпілим інших травм, коли відсутність фіксованого положення тіла потерпілого та використання інших методів спуску можуть привести до негативних для потерпілого наслідків.

При проведенні спуску потерпілого в ношах по вертикальним канатам необхідно застосовувати ноші, в яких система силового кріплення організована до «однієї точки». Це може бути стандартна система кріплення нош. Довжина кожного стропу цієї системи повинна регулюватись по довжині незалежно від інших стропів. Це необхідно для можливості точного горизонтального розташування нош у просторі. Деякі моделі нош обладнані двома або трьома парами силових точок кріплення. Тоді необхідно застосовувати систему, яка складається із відрізка канату та зажиму, що дозволяє оперативно змінювати положення нош у просторі з горизонтального до похилого та вертикального.

В класичних моделях укладення потерпілого в ноші та підготовка до транспортування повинна проводитись наступним чином:

- покласти потерпілого в ноші;
- якщо на потерпілому знаходиться спеціальне оснащення (АРР проводяться на природному об'єкті, наприклад в печері або альпіністському маршруті), його необхідно зняти, а лямки індивідуальної страхувальної системи послабити;
- зафіксувати нижніх кінцівок спеціальними ременями для можливості транспортування потерпілого у вертикальному положенні;
- підкласти під коліна спеціальний валік для того, щоб вони були трохи зігнуті (як правило, його функцію виконує чохол від нош);
- зафіксувати колін спеціальними ременями;
- зафіксувати потерпілого силовими ременями (замість індивідуальної страхувальної системи);
- одягти потерпілому каску, капюшон та пластикову маски на обличчя (входять до штатного комплекту нош);
- закрити потерпілого захисною тканиною (як правило, конструкція нош має бути закритою, щоб захистити потерпілого від зовнішніх факторів (вода, тертя о рельєф та ін.);
- зафіксувати потерпілого зовнішніми ременями.

Спуск потерпілого в ношах завжди проводиться із супроводжуючим. В залежності від особливостей рельєфу або конструкції висотного об'єкту, ноші з потерпілим можна розташовувати або вертикально або горизонтально.

При проведенні спуску потерпілого в ношах на природних об'єктах з похилим (не вертикальним) рельєфом (кар'єри, альпіністські маршрути та ін.), ноші необхідно розташовувати в горизонтальному положенні.

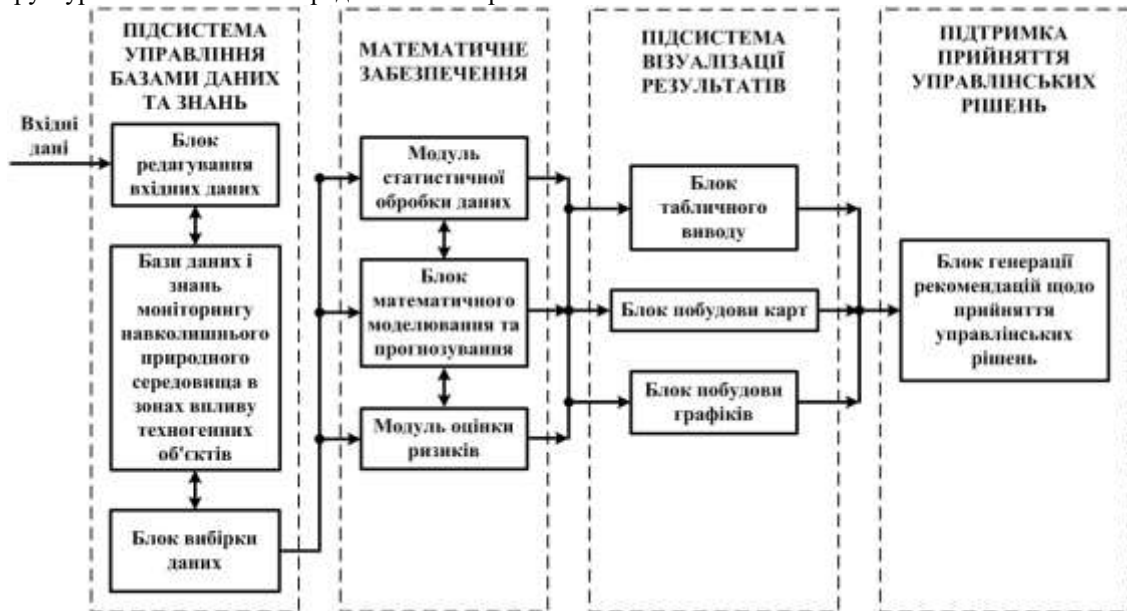
В разі транспортування нош у вертикальному положенні або при зміні положення горизонтальне/вертикальне чи навпаки, ноші закріплюються на один робочий канат, а супроводжуючий на інший. І ноші і супроводжуючий забезпечуються верхньою страховкою окремими канатами так, щоб мати змогу проводити зміну положення нош у просторі та мати доступ до потерпілого.

*О. О. Попов, д. т. н., с. н. с., А. В. Яцишин, д. т. н., с. н. с., В. О. Ковач, к. т. н.,  
Є. Б. Краснов, аспірант, Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України», Київ*

## **ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ТЕРИТОРІЯХ РОЗМІЩЕННЯ ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОГЕННИХ ОБ'ЄКТІВ**

Авторами роботи розроблено сучасну інформаційно-аналітичну комп'ютерну систему, яка є потужним інструментом підтримки прийняття рішень щодо попередження природних та техногенних надзвичайних ситуацій (НС), пов'язаних із хімічним забрудненням атмосфери та поверхневих водних об'єктів (ПВО) на територіях розміщення критично важливих об'єктів (ТЕЦ, ТЕС, АЕС, заводи, фабрики та інші небезпечні підприємства та виробництва, що є забруднювачами атмосфери та водного середовища). Система побудована на основі принципів ГІС та екологічного картографування. Вона включає науково-методичне і програмно-інформаційне забезпечення задач моніторингу та цивільного захисту, контролю та управління станом атмосферного повітря та ПВО в зонах впливу техногенних об'єктів [1-3].

Структурна схема системи представлена на рис. 1.



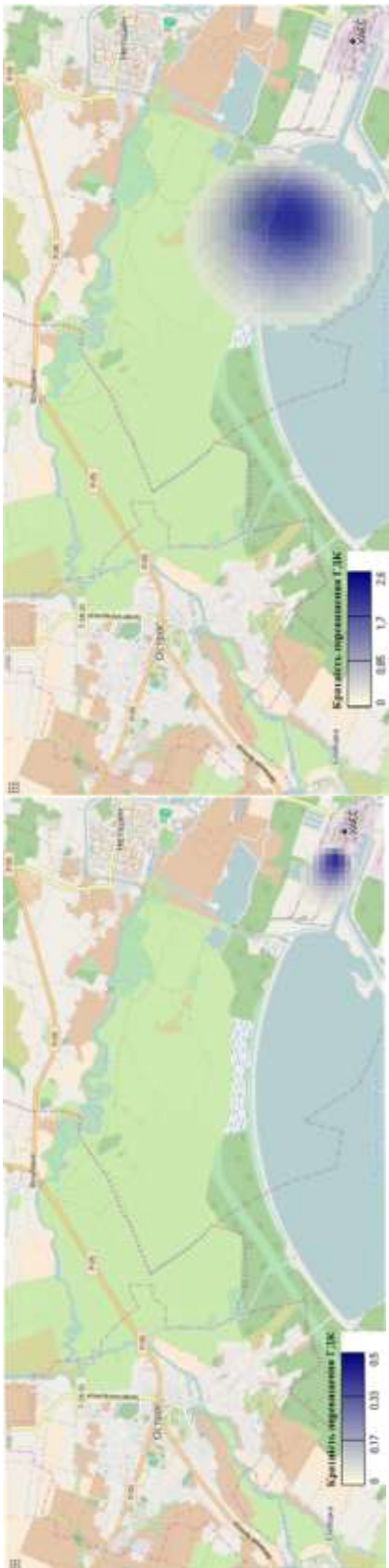
**Рис. 1. Структурна схема комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень щодо попередження НС в зонах впливу хімічно небезпечних техногенних об'єктів**

На рис. 2 показано приклад результату роботи розробленої інформаційно-аналітичної комп'ютерної системи, а саме візуалізацію динаміки розподілу концентрації діоксиду азоту в приземному шарі атмосфери (ПША) від модельного залпового викиду на Хмельницькій АЕС [4]. На даному рисунку показана серія карт, де хмара забруднення за заданих метеорологічних умов розповсюджується в напрямку м. Острого і через 20 хв повністю накриває дане місто. З часом хмара домішок досягає земної поверхні і спостерігається стрімке зростання концентрації діоксиду азоту в ПША. В межах території міста маємо десятикратне перевищення  $ГДК_{мр}$ , що спонукає відповідальних осіб приймати рішення щодо негайного оповіщення населення про НС і надання рекомендацій щодо збереження здоров'я.

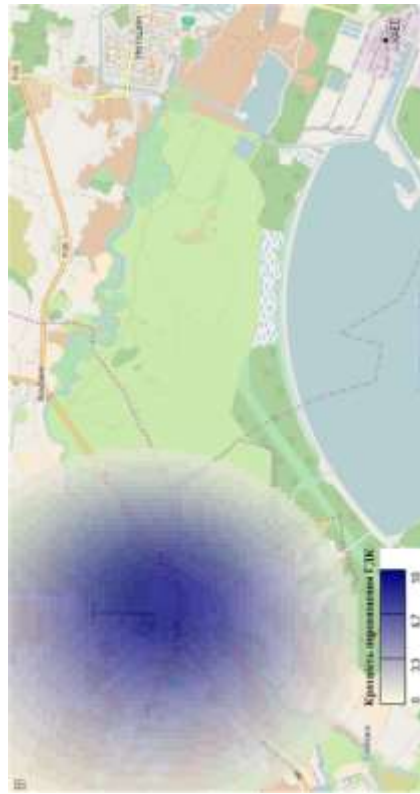
Математичне моделювання та прогнозування здійснюється за допомогою розроблених авторами математичних моделей розповсюдження забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та в ПВО в результаті відповідно викидів та скидів від хімічно небезпечних техногенних об'єктів [5].

Використання розроблених програмних засобів в роботі Єдиної державної системи цивільного захисту, керівництво над діяльністю якої здійснює Державна служба України з надзвичайних ситуацій, дозволить розв'язувати наступні важливі задачі: 1) у режимі повсякденного функціонування – визначення різних сценаріїв виникнення та розвитку вищезазначених НС, що дасть можливість розробити нові, більш ефективні, або вдосконалити існуючі планові заходи щодо захисту населення і територій від можливих НС, а також заходів щодо підготовки до дій за призначенням органів управління та сил цивільного захисту; 2) розроблення і виконання цільових та науково-технічних програм запобігання виникненню подібних НС і зменшення можливих втрат; 3) організація та проведення моніторингу НС, визначення ризиків їх виникнення; 4) у режимі НС – визначення зони НС, здійснення постійного прогнозування зони можливого поширення НС та масштабів можливих наслідків; тощо.

Вагомість отриманих результатів підтверджується актами їх впровадження в Управлінні інформаційно-аналітичного забезпечення МНС України, Всеукраїнському науково-дослідному інституті цивільного захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, Державному міському підприємстві „Івано-Франківськтеплокомуненерго”, Дніпропетровському обласному центрі з гідрометеорології, Департаменті організації заходів цивільного захисту Державної служби України з надзвичайних ситуацій, відокремленому підрозділі «Науково-технічний центр» державного підприємства «НАЕК «Енергоатом».



б)  $t = 10$  хв



г)  $t = 20$  хв



а)  $t = 5$  хв

в)  $t = 15$  хв

Рис. 2. Приклад візуалізації динаміки розподілу діоксиду азоту в ПША при залповому викиді на ХАЕС

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Попов О.О. Комп'ютерні засоби моделювання техногенних навантажень на урбанізовані території / А.В. Яцишин, І.П. Каменева, О.О. Попов, В. О. Артемчук // Матеріали Міжнародної наукової конференції «Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту» (ISDMCI'2012), (м. Євпаторія, 27–31 травня 2012 р.). – Херсон : ХНТУ, 2012. – С. 239–240.
2. Попов О.О. Використання інформаційних технологій в задачах управління екологічною

безпекою / О.О. Попов, А.В. Яцишин, В.О. Артемчук // Праці Одеського політехнічного університету. – 2013. – Вип. 2(41). – С. 289–294.

3. Попов О.О. Інформаційні системи для вирішення задач комплексного радіоекологічного моніторингу АЕС / А.В. Яцишин, О.О. Попов // Моделювання та інформаційні технології. – 2014. – Вип. 72. – С. 3–16.

4. Попов О.О. Использование картографического метода для решения задач комплексного экологического мониторинга техногенно-нагруженных территорий / О.О. Попов // Інформаційна безпека. – 2014. – № 2(14). – С. 195–198.

5. Попов О.О. Розробка математичних засобів для вирішення задач екологічного моніторингу техногенних джерел забруднення / О.О. Попов, Т.М. Яцишин, В.О. Артемчук // Матеріали XI Міжнародної конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті», (Болгарія, м. Варна, 1–5 червня 2015 р.). – Варна : ТУ-Варна, 2015. – Т.1. – С. 430–435.

*В. В. Присяжнюк, Б. О. Алімов, Ю. А. Пух, О. В. Куртов, М. В. Осадчук, УкрНДІЦЗ*

### **ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕНЕСНИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ**

Згідно з статистичними даними, як в Україні так і у світі, близько 95 % пожеж, гасять із застосуванням води. Враховуючи популярність використання даної вогнегасної речовини, на практиці існує ряд проблемних питань щодо її застосування, а саме: потреба значної її кількості, забезпечення нормативних витрат та тиску, що актуально для висотних будинків та будинків підвищеної поверховості, завдання суттєвих матеріальних збитків унаслідок пошкодження майна та затоплення суміжних приміщень, передбачення резервних вододжерел, що характерно для сільської місцевості та лісових масивів, тощо.

Доступні інформаційні джерела [1] вказують на наявність різноманітних засобів пожежогасіння, які є в розпорядженні пожежно-рятувальних підрозділів інших країн світу. Умовно їх можна поділити на три типи: переносні, пересувні та стаціонарні (рис. 1). Зазначені засоби відрізняються одна від одної за масогабаритними розмірами (від 50 до 300) кг та способами доставки на місце події (прицеп або пожежно-рятувальний автомобіль), і як правило мають такі складові частини: насос високого тиску, паливний бак, шланг високого тиску, спеціальний ствол, а також додатково можуть бути обладнані ємністю для зберігання вогнегасної речовини. Перевагами використання таких засобів є: швидка доставка до місця пожежі та їх розгортання, гасіння осередків пожеж у важкодоступних місцях, а також висока потужність і продуктивність.



*Рисунок 1 - Переносні, пересувні та стаціонарні технічні засоби пожежогасіння*

Разом з тим у світі з'являються новітні технології, однією з таких є технологія гасіння пожеж з використанням повітрянаповненої піни – технологія ONE SEVEN [2], що удосконала концерном GIMAEX Group S.A.S.Y. (Франція). Технологія ONE SEVEN являє собою високоефективний засіб пожежогасіння, для використання якого необхідно лише незначна кількість води. Це засіб придатний для гасіння пожеж у складних умовах. ONE SEVEN широко використовується в багатьох країнах світу, зокрема, в Німеччині, Франції, США, Великій Британії, Росії та Білорусії. Окрім системи ONE SEVEN, є також не менш ефективні переносні технічні засоби пожежогасіння, які знаходяться на озброєнні у пожежно-рятувальних підрозділах багатьох країн світу, це такі як: засіб пожежогасіння («HDL 70» Німеччина), установки протипожежні високого тиску (УПВТ «REIN» та «HIPRESS» MSA AUER (Німеччина), HLG «HYDROJET» та HLG «POWERJET» (Франція), установка протипожежна високого тиску (УПВТ «ЕРМАК» Росія), мобільна система («CAFS Mobile» Росія) та портативна система («CAFS 60-P» США) [3] (рис.2).



**Рисунок 2 - Мобільна система («CAMS Mobile» Росія) та портативна система («CAMS 60-P» США)**

Тому, на сьогоднішній день у провідних країнах світу для гасіння пожеж дуже широко застосовуються технічні засоби пожежогасіння, які комплектуються насосами високого тиску. Основними перевагами застосування таких засобів є: швидке зниження інтенсивності тепла під час гасіння пожежі за допомогою використання тонкорозпиленних водяних струменів, незначна витрата вогнегасних речовин, зведення до мінімуму матеріальних збитків після їх використання.

На теперішній час в Українському науково-дослідному інституті цивільного захисту виконується науково-дослідна робота: «Провести дослідження та розробити пропозиції щодо застосування переносних технічних засобів пожежогасіння». Метою даної роботи є обґрунтування вимог до переносних технічних засобів пожежогасіння та розроблення пропозицій з підвищенням ефективності гасіння пожеж з їх застосуванням пожежно - рятувальними підрозділами ДСНС України.

Актуальність даної науково-дослідної роботи зумовлена необхідністю сприяння у вирішенні питань забезпечення ефективного гасіння пожеж пожежно-рятувальними підрозділами ДСНС в певних умовах, а саме:

- в багатоквартирних житлових будинках, за для суттєвого зменшення розмірів побічного збитку у результаті затоплення суміжних приміщень (характерно для багатоповерхових будинків і будинків підвищеної поверховості);

- в умовах браку вогнегасних речовин (характерно для сільської місцевості, лісових масивів тощо);

- в умовах, коли насосне обладнання пожежної техніки не в змозі забезпечити оптимальні робочі характеристики пожежних стволів щодо тиску та витрати води (характерно для будинків підвищеної поверховості та висотних будинків);

- в умовах коли подавання вогнегасної речовини на певну висоту не можливе із застосуванням насосного обладнання систем протипожежного захисту будинків (характерно для висотних будинків).

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Каталог продукції компанії ТОВ «ПОСТ-01» [Електронний ресурс] – Режим доступу: [www.post-01.com.ua](http://www.post-01.com.ua).
2. CAMS - Straight answers for the beginner or the experienced user [Electronic resource] – [cafsinfo.com](http://www.cafsinfo.com), 2008. - Mode of access: <http://www.cafsinfo.com/index.html> Date of access : 05.03.2009.

*Д. И. Савельев, адъюнкт, М. А. Чиркина, к. т. н.,  
Национальный университет гражданской защиты Украины*

#### **К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ ОГNETУШАЩИХ СОСТАВОВ ПРИ ТУШЕНИИ ЛЕСНЫХ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ**

Одним из крупнейших стихийных бедствий считаются лесные пожары, которые охватывают огромные территории. Для борьбы с этим стихийным бедствием привлекаются большие материальные ресурсы и человеческие силы. В зависимости от характера распространения выделяют следующие виды лесных пожаров: низовые (высота пламени 50-150 см, скорость распространения огня по нижнему ярусу леса – 0,5 – 5 км/ч, в ночное время скорость распространения ниже, чем в дневное); верховые (следуют за низовыми при сильном ветре со скоростью 5–80 км/ч, пламя может подниматься на высоту 100-120 м); подземные (возникают на участках с сухими торфяными почвами, скорость распространения медленная – 2–10 м в день, опасность состоит в глубине распространения пожара до минеральной (земляной) почвы, что существенно затрудняет процесс тушения) [1].

Пространственное распределение лесных пожаров носит случайный характер, а периодичность всплеск количества пожаров определяется цикличностью атмосферных процессов, длительностью

пожароопасных сезонов и повторяемостью засушливых периодов. Опасность лесных пожаров для населения проявляется в угрозе непосредственного воздействия на людей, их имущество, в уничтожении примыкающих к лесным массивам поселков и предприятий, а также в задымлении значительных территорий, что приводит к нарушениям движения автомобильного и железнодорожного транспорта, ухудшению состояния здоровья людей.

Тушение лесных пожаров делятся на две последовательно выполняемые тактические операции: локализацию очага пожара и ликвидацию горения. В случае лесных пожаров дополнительно проводят дотушивание очагов горения, оставшихся внутри пожарища и окарауливание участка, где был пожар.

Основные способы тушения пожаров: захлестывания или забрасывание почвой кромки пожара; устройство заградительных и минерализованных каналов и полос; тушения пожара водой или растворами огнетушащих химикатов, отжиг (пуск встречного огня) и др. [1]. По статистике, количество низовых лесных пожаров значительно преобладают над верховыми, а верховые пожары возникают из низовых как последующая стадия их развития, причем низовой пожар является составной частью верхового пожара. Возгорание крон деревьев без низового пожара – редкое исключение, например от пожара в рядом стоящего здания [2].

Для тушения низового пожара высокой интенсивности, его останавливают пуском отжига навстречу фронта от опорной полосы, созданной с помощью засыпки грунтом либо растворами химикатов. Отжиг производят от опорной полосы, проложенной на расстоянии не менее 80 м от фронта. На флангах и в тылу лесного пожара создают заградительную минерализованную полосу без этапа отжига [3]. В случае создания опорных и заградительных полос время огнезащитного действия является основным показателем эффективности, при этом основную роль играют огнезащитные свойства огнетушащего вещества. Поэтому актуальным является решение проблемы разработки эффективных средств огнезащиты лесной подстилки для создания опорных и заградительных полос.

Постоянный поиск новых огнетушащих и огнезащитных составов для тушения лесных пожаров и способов их подачи показывает повышенный интерес к этой проблеме.

При тушении низовых лесных пожаров с помощью гелеобразующих составов (ГОС), в случае обработки лесной подстилки с использованием раздельно-одновременной подачи компонентов была установлена возможность проникновения пламени под слоем геля [3]. Как альтернативный способ было предложено использовать пенообразующие системы с внешним пенообразованием (ПОС) [2]. Основным достоинством ПОС является то, что образуемая в ней пена обладает большими проникающими способностями в сравнение с ГОС. В ПОС предусматривается раздельная подача двух жидких компонентов с пенообразователем в распыленном виде. При попадании на лесную подстилку компоненты смешиваются и образуют пену. Данная система позволяет образовывать пену, как на поверхности, так и в слоях подстилки. Для образования пены в слоях подстилки необходима раздельно-последовательная подача компонентов, что обеспечивает проникновение компонентов вглубь подстилки.

В последнее время разным аспектам проблемы тушения лесных пожаров были посвящены исследования отечественных и зарубежных специалистов. Так, для борьбы с лесными пожарами предлагается применение химического замедлителя горения – хлорида магния (бишофита); привлечение авиации; повышение эффективности борьбы с лесными пожарами связывают с использованием водо-пенных средств пожаротушения, применением гелеобразующих и пенообразующих составов [2,4]; использованием компрессионных и твердеющих пен [4].

Также были установлены высокие оперативные огнезащитные свойства гелеобразных составов. Также были проведены исследования огнезащитных характеристик ряда гелеобразующих систем. Были установлены качественные закономерности влияния концентраций веществ, входящих в состав ГОС, на их огнезащитные характеристики. В результате проведенных экспериментов установлено, что ГОС  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2 + \text{CaCl}_2$  [3] при раздельно-последовательном нанесении её компонентов оказалась наиболее эффективной, что представляет перспективу для проведения дальнейших исследований в этой области.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Арцыбашев Е.С. Лесные пожары и борьба с ними / Е.С. Арцыбашев. –Л.: ЛенНИИЛХ, 1986. – 152с.
2. Савельев Д.И. Экспериментальные исследования огнепреграждающих свойств лесной подстилки, обработанной пенообразующими системами / Д.И. Савельев, А.А. Киреев, К.В. Жерноклев // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУЦЗУ, 2016. – Вып. 40. – С. 169 – 173. Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol40/saveliev.pdf>.
3. Сумцов Ю.А. Выбор гелеобразующих составов для борьбы с лесными пожарами / Сумцов Ю.А., Киреев А.А., Тарасенко Г.В. // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: УЦЗУ, 2006. – Вып. 19. – С. 143 – 148.
4. Савельев Д.И. Повышение эффективности использования гелеобразующих составов при борьбе с низовыми лесными пожарами / Савельев Д.И., Киреев А.А., Жерноклев К.В. // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУЦЗУ, 2016. – Вып. 39. – С. 237 – 242. Режим доступа.: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol39/Saveliev.pdf>.



## **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОХЛАЖДЕНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ С УГЛЕВОДОРОДАМИ ОТ ТЕПЛООВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЖАРА**

В настоящее время на территории бывшего СССР находится в эксплуатации более 40 тысяч вертикальных и горизонтальных цилиндрических резервуаров емкостью от 100 до 50000 м<sup>3</sup>. В период с 2000 по 2010 год на территории стран постсоветского пространства произошло более 6500 аварийных ситуаций при перевозке нефтепродуктов в вагонах-цистернах железнодорожным транспортом, из них – более 2700 было связано с утечками горючих жидкостей и их возгоранием вследствие повреждений котлов таких цистерн.

При ликвидации пожаров в резервуарных парках и на железной дороге оперативно-спасательными подразделениями, кроме тушения выполняется еще ряд работ, в состав которых входит и защита аппаратуры и стенок соседних резервуаров от теплового излучения.

Это особенно актуально при организации тушения пожаров на подобных объектах при недостаточном количестве сил и средств. В таком случае главной задачей аварийно-спасательных подразделений является сдерживание развития пожара до прибытия дополнительных сил. Решением этой проблемы может быть разработка новых огнетушащих веществ и тактических приемов, которые позволят уменьшить необходимое количество сил и средств для ликвидации пожара на объектах газо-нефтеперерабатывающего комплекса и транспортной инфраструктуры.

Расход воды на охлаждение наземных резервуаров составляет: для горящего резервуара – из расчета 0,5 л/с на 1 м длины всей окружности резервуара, для соседних с горящим резервуаром и отстоящих от него до двух нормативных расстояний – из расчета 0,2 л/с на 1 м длины половины окружности резервуара, обращенного в сторону очага горения. Кроме того, охлаждение резервуаров объемом более 5000 м<sup>3</sup> необходимо осуществлять лафетными стволами. Очевидно, подача такого количества воды в условиях дефицита времени (а возможно, сил и средств) – сложная организационная и техническая задача.

В работах [1-2] было установлено, что существенно уменьшить потери огнетушащего вещества при тушении пожаров позволяет применение гелеобразующих систем (ГОС).

При тепловом воздействия вода (даже с добавками ПАВ) не обеспечивает длительную защиту горючего материала. Увеличение количества воды подаваемой на защиту приводит лишь к дополнительным потерям и проливу. В отличие от жидкостных средств пожаротушения, ГОС практически на 100% остается на защищаемой поверхности [3]. Представляется интересным подбор и анализ свойств известных ГОС для охлаждения стенок резервуаров с углеводородами от теплового воздействия пожара.

Согласно [4], для листового элемента стенки резервуаров допускается использовать стали марок С245\*, С255\*, С275\*, С285, С345-3 (\* – элемент толщиной не более 10 мм). Конструктивные толщины листов стенок резервуаров типа РВС (в зависимости от диаметра резервуара) составляют от 5 до 26 мм и более.

Ранее было установлено, что использование ГОС позволяет значительно увеличить время воспламенения ТГМ. В частности, время воспламенения образцов ДВП, на которые был нанесен слой ГОС 1 мм доходило до 880 с, а образцы ДВП, обработанные водой методом погружения на 1 минуту, загорались через 86 с [5-6].

Также к положительному факту, отмеченному во время испытаний ГОС при тушении пожаров объектов жилого сектора, можно отнести свойство ксерогеля адсорбировать воду и при этом не терять своих адгезионных свойств. Проведенный через сутки обзор стены трансформаторной подстанции, которая охлаждалась с использованием ГОС, показал, что ксерогель был почти сухой и достаточно легко удалялся. Но при нанесении воды на поверхность ксерогеля без добавки ГОС отмечалась достаточно большая адсорбция воды. Это свойство ксерогеля требует отдельного исследования, результатом которого может быть восстановление охлаждающих свойств гелевой пленки после ее высыхания, что позволит разработать новые тактические приемы, ликвидации пожаров, например, при организации тушения резервуаров с нефтепродуктами.

Проведенный анализ свидетельствует о перспективности использования ГОС с целью охлаждения стенок резервуаров и цистерн с углеводородами от теплового воздействия пожара. Проведение исследований, направленных на восстановление охлаждающих свойств ксерогеля, позволит разработать новые тактические приемы, направленные на сокращение количества сил и средств при тушении резервуаров и цистерн с углеводородами.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Савченко А.О. Є.І. Стецюк, О.О. Островерх, Г.В. Іванець Обґрунтування використання гелеутворюючих систем для запобігання надзвичайних ситуацій на складах зберігання артилерійських боєприпасів. Проблеми надзвичайних ситуацій: Сб. науч. тр. – Харьков, 2015. – Вып. 22. – С.106 – 112. Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol22/Savchenko.pdf>.

2. Савченко А.В., Островерх О.А., Холодный А.С. Теоретическое обоснование использования гелеобразующих систем для охлаждения стенок резервуаров и цистерн с углеводородами от теплового воздействия пожара. Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, 2015. – Вып. 37. – С.191 – 195. Режим доступа: [http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol37/Ppb\\_2015\\_37\\_34.pdf](http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol37/Ppb_2015_37_34.pdf).
3. Савченко О.В., Островерх О.О., Ковалевська Т.М., Волков С.В. Дослідження часу займання зразків ДСП, оброблених гелеутворюючою системою  $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ . Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, 2011. – Вып. 30. – С.209 – 215. Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol30/15.pdf>.
4. Резервуари вертикальні сталеві для зберігання нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа : ВБН В.2.2-58.2-94. – [Чинний від 1994-10-01]. К. : Держкомнафтогаз України, 1994. – 98 с. — (Національний стандарт України).
5. Савченко О.В. Островерх О.О., О.М. Семків, С.В. Волков Використання гелеутворюючих систем для оперативного захисту конструкцій та матеріалів при гасінні пожеж. Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, 2012. – Вып. 32. – С.180 – 188.
6. Савченко А.В., Островерх О.А. Моделирование теплозащитных свойств гелеобразующих систем при ликвидации пожаров в резервуарных парках хранения нефтепродуктов. Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. – Харьков, 2016. – Вып. 39. – С.243 – 249. Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol39/Savchenko.pdf>.

*Д. Л. Симинский, В. В. Каминская,  
Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации»  
Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*

## **О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ С ОРГАНАМИ ВОЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» для ликвидации чрезвычайных ситуаций могут привлекаться специально подготовленные силы и средства Вооруженных Сил Республики Беларусь, других войск и воинских формирований.

Для выполнения данного положения многое делается и в Министерстве по чрезвычайным ситуациям, и в Министерстве обороны. Имеются соответствующие приказы, разработаны и согласованы планы взаимодействия, определен порядок выделения сил и средств и т.д. Вопросы управления и взаимодействия постоянно отрабатываются на всех уровнях в ходе учений и тренировок.

Органы управления по чрезвычайным ситуациям главное внимание уделяют взаимодействию сил с воинскими частями и формированиями территориальной обороны, дислоцированными на территории области, города, района. При этом первоочередное внимание уделяется вопросам оповещения путем установления единых сигналов оповещения, сопряжения систем оповещения и связи, определения четкого порядка и способов прохождения сигналов, взаимного обмена информацией об обстановке и принимаемых решениях.

Кроме того, областные, городские и районные службы гражданской обороны для совместного решения специальных задач разведки, инженерного, медицинского, материального, противопожарного и других видов обеспечения своих действий должны организовывать взаимодействие со специальными службами (учреждениями, подразделениями) гарнизонов и воинских частей.

Взаимодействие по обеспечению защиты населения и мобилизационных ресурсов организуется главным образом по вопросам строительства защитных сооружений, проведения эвакуационных мероприятий, осуществления задач радиационной, химической и медико-биологической защиты, обеспечения жизнедеятельности населения.

На наш взгляд, наиболее сложными при осуществлении взаимодействия будут являться следующие проблемные вопросы:

1. Прием начальниками органов управления по чрезвычайным ситуациям выделяемых в их распоряжение воинских частей и подразделений с необходимой техникой и руководство ими в ходе проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ;

Для конкретной проработки этих вопросов органы управления по чрезвычайным ситуациям должны получить следующую информацию от воинских гарнизонов и военных комиссариатов: наименование воинских частей (частей территориальной обороны), выделяющих подразделения и технику, возможные сроки их прибытия и место передачи органам по чрезвычайным ситуациям и т.д.

Методы работы органов управления по чрезвычайным ситуациям по поддержанию взаимодействия определяются конкретными условиями проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (далее - АС и ДНР), характером задач, составом привлекаемых сил и средств, их возможностями. Во всех случаях органы управления по чрезвычайным ситуациям обязаны четко согласовывать действия своих сил и органов

управления и привлекаемых сил по задачам, маршрутам выдвижения, рубежам ввода, объектам спасательных работ и времени действий, включая ведение разведки, порядок транспортного, медицинского, дорожного, материального обеспечения аварийно-спасательных работ.

2. Как уже упоминалось выше, для ликвидации чрезвычайных ситуаций могут привлекаться специально подготовленные силы и средства Вооруженных Сил Республики Беларусь, других войск и воинских формирований. Исходя из содержания задач, решаемых в ходе проведения АС и ДНР, можно сделать вывод, что наиболее востребованными будут являться части и подразделения инженерных и химических войск, территориальной обороны. Конечно, это не исключает привлечение других специальных частей.

На наш взгляд, одним из основных способов решения перечисленных проблемных вопросов, является включение в планы подготовки не только органов управления, но и подразделений Вооруженных Сил, привлекаемых к ликвидации чрезвычайных ситуаций, отдельных тем, связанных с проведением аварийно-спасательных и других неотложных работ, за счет резерва времени, отводимого на освоение программ боевой подготовки.

Аналогично в программах служебной подготовки органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям предусмотреть отработку вопросов приема выделяемых в их распоряжение воинских частей и подразделений с необходимой техникой и руководство ими в ходе проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Вопросы взаимодействия с органами военного управления и территориальной обороны достаточно подробно рассматриваются в нашем институте при освоении слушателями образовательных программ повышения квалификации руководящих работников и специалистов, а также в учебных программах переподготовки с присвоением квалификации.

Таким образом, к действиям будут готовиться не только органы управления, но и те, кто будет непосредственно ликвидировать последствия чрезвычайных ситуаций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Беларусь от 5 мая 1998 года «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
2. Закон Республики Беларусь от 27 ноября 2006 года «О гражданской обороне».
3. Указ Президента Республики Беларусь от 29 декабря 2006 года № 756 «О некоторых вопросах Министерства по чрезвычайным ситуациям».
4. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 10 апреля 2001 года № 495 «О Государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».
5. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 9 декабря 2013 года № 1051 «Об утверждении основных направлений реализации государственной политики в области гражданской обороны».

*Д. Л. Соколов, к. т. н, доцент,  
Національний університет цивільного захисту України*

#### **ЩОДО ПИТАННЯ РОЗРОБКИ РЯТУВАЛЬНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ПОРЯТКУ ЛЮДЕЙ НА ВОДОЙМАХ У ЗИМОВИЙ ПЕРІОД**

Для рятування людей з тонкого льоду, смішок льоду з водою - (шуги), використовуються різні засоби рятування людей. Це можуть бути ручні, механічні, надувні, вірьовочні, механізовані та інші пристрої та засоби. [1].

Проблема складається в тому, що автомобілі першої допомоги, які є в оперативно-рятувальних підрозділах ДСНС комплектують згідно норм табельної належності [2], драбинами палицями, драбинами штурмівками, трьохколісними драбинами, та надувними човнами. Ці засоби порятунку неможливо використовувати в деяких конкретних випадках.

Необхідно розглянути можливість оснащення рятувальних підрозділів засобом порятунку на тонкому льоді, який був би легкий, мобільний та надійний.

Як свідчать статистичні дані, вже існують засоби порятунку людей з тонкого льоду, які при доставці до місця проведення рятувальних робіт при застосуванні показали себе з кращого боку, але недостатньо надійні для тих чи інших конкретних умов.

Так наприклад, надувний рятувальний засіб «соломинка» [3], що виконаний у вигляді подовженої труби з гнучкого матеріалу, яка має здуту конфігурацію, в якій вона утворює рулон, та надуту конфігурацію у вигляді подовженої прямолінійної жорсткої труби для рятувальних цілей, причому рятувальний засіб включає засіб для надування і здування подовженої труби (пожежний рукав довжиною 20 метрів під стисненим повітрям), має обмежену довжину при застосуванні.

Універсальний рятувальний пристрій «товрятвод»[4], що містить стрижень, що виконаний із матеріалу з позитивною плавучістю, шнур, автоматично розмотуваний при кидку в бік врятованого, який відрізняється від

кінця «Александрова» тим, що стрижень виконаний з наскрізним коаксіальним циліндричним отвором, через який прокладений шнур, додатково містить чохол зовнішній у формі циліндричного мішка, також має свої недоліки- при застосуванні на тонкому льоді та гострих кригах, завдяки заплутування елементів конструкції.

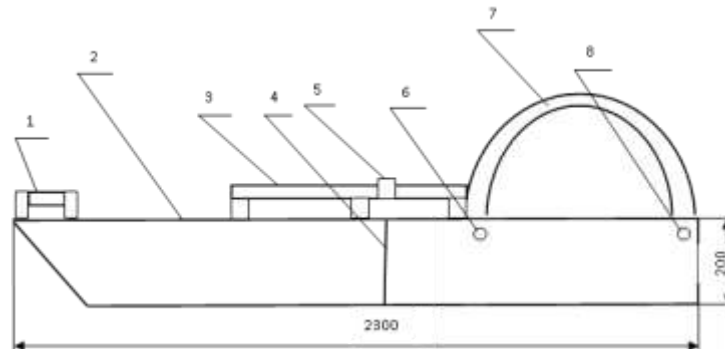
Пристрій порятунку з крижаного полину [5], складається з двох надувних оболонок, з'єднаних між собою гнучким днищем, і елементів для захоплення. Гнучке днище пристрою виконано у вигляді суцільного полотнища, містить закріплені на ньому ребра жорсткості і елементи, що підвищують плавучість, розташовані на його кінцевій частині. В області віддаленої від порятуемого в кінцевій частині гнучкого днища розташоване джерело стисненого газу. Джерело стиснутого газу при мінусових температурах може не спрацювати.

Універсальний рятувальний засіб, [6], який містить надувні борти та надувну платформу, відрізняється тим, що борти виконані у вигляді двох надувних балонів, розділених на дві незалежні секції кожний, у частині приєднання до платформи балони мають циліндричну форму, а виступаючі елементи у носовій та кормовій частинах мають форму конусів, причому у носовій частині загнуті вгору під кутом 12-16°, у кормовій частині - вниз під кутом 2-16°, з внутрішньої сторони яких розміщені переносні ручки, платформа виконана окремою секцією як система надувних трубчастих конструкцій з рамною окантовкою. Цей універсальний засіб також схильний до впливу низьких і високих температур при експлуатації і зберіганні, а також схильний до порізів при переміщенні по гострим крайках льоду.

Рятувальна дошка [7], призначена для порятунку людини з води, в тому числі і з тонкого льоду. Дошка забезпечує утримання на поверхні мінімум 300 кг навантаження, та виготовлена з легкого, стійкого до механічного впливу пластика. Цей матеріал так само стійкий до зносу і призначений для використання в зимовий період. Дошка обладнана поручнями з нержавіючого металу, поручні розташовуються як спереду, так і ззаду. Посередині дошки розташовується ремінь безпеки, так само на дошці є місце для кріплення рятувальної мотузки. Геометричні розміри рятувальної дошки складають по довжині 3400 мм, ширині 620 мм. Вага її складає 33 кг. Укладаються такі рятувальні дошки на дах, чи в кузов автомобіля. Але ці засоби рятування важкі та великогабаритні.

Основним завданням роботи стало визначення основних елементів конструкції, геометричних розмірів розкладних рятувальних саней та надання рекомендацій по їх застосуванню.

Рятувальні сани (рис.1) призначені для швидкого рятування людей з тонкого льоду, смішок льоду з водою - (шуги), та для зручного транспортування у відсіку автомобіля першої допомоги, або іншого транспортного засобу.



**Рис.1. Розкладні рятувальні сани. 1- поручень для перенесення і утримання, 2- корпус рятувальних саней, 3- поручень для страхування, 4- місце роз'єднання та фіксації саней, 5, 6, 8- фіксуючі пристрої, 7- поручень для транспортування на льоді.**

Для розрахунків основних характеристик корпусу рятувальних саней є його головні розміри і теоретичні креслення, що дає уявлення про обведення корпусу [8].

**Висновки.** На основі тестових іспитів були отримані данні про оптимальний розмір розкладних рятувальних саней, а також виявлені тактичні можливості рятувальних підрозділів при їх застосуванні на тонкому льоді. Ці данні дозволяють зробити висновок, що необхідно в комплектацію аварійно-рятувальних автомобілів ввести розкладні рятувальні сани, що дозволить значно покращити тактичні можливості оперативно-рятувальних підрозділів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Сенчихін Ю.М. Організація аварійно-рятувальних робіт на воді [Текст]/ Ю.М. Сенчихін, С.В. Кулаков // Практичний посібник. – Харків, 2005, - 64с.
2. Норми табельної належності, витрат і термінів експлуатації пожежно-рятувального, технологічного і гаражного обладнання, інструменту, індивідуального озброєння та спорядження, ремонтно-експлуатаційних матеріалів підрозділів ДСНС України Затверджені Наказом ДСНС України № 358 від 29.05.2013 року.
3. Кучерук В.О. Надувний рятувальний засіб “соломинка”. Номер патенту: 5496.

Опубліковано: 15.03.2005.

4. Конотопець О. М. Універсальний рятувальний пристрій “товрятвод”. Номер патенту: 76490.

Опубліковано: 10.01.2013.

5. Собоцкий Ю.С. Устройство спасения людей из ледяной полыни. Номер патента 38718.

Опубліковано 10.07.2004.

6. Кропивницький В.С. універсальний рятувальний засіб. Номер патенту 95817. Опубліковано 12.01.2015.

7. <http://by.bizorg.su> Спасательная доска.

8. Новак Г.М. Справочник по катерам, лодкам и моторам.[Текст]- 2-е изд., перераб. И доп.-Л.: Судостроение, 1982.-352с, ил.

*Д. В. Тарадуда, к. т. н., Національний університет цивільного захисту України*

## ДО ПИТАННЯ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ, ПОВ'ЯЗАНІ З ХБРЯ ІНЦИДЕНТАМИ ТЕРОРИСТИЧНОГО ХАРАКТЕРУ

Останнім часом суттєву загрозу для України зокрема та світу в цілому набуває міжнародний і державний тероризм, який перетворює мирне населення в об'єкт силового впливу з метою дестабілізації обстановки, залякування людей, позбавлення їх здатності чинити організований опір.

Абсолютно зрозуміло, що тероризм – явище не нове, але ще не достатньо досліджене. В Україні, на відміну від міжнародного, починаючи з 2014 року особливо набула актуальності проблема внутрішньодержавного тероризму. Головна причина існування якого зумовлена небезпечними соціальними та військовими явищами, сепаратизмом і безконтрольним обігом зброї й засобів масового ураження (ЗМУ) з окупованих територій. Наявність цих факторів різко підвищує імовірність виникнення хімічних, біологічних, радіаційних чи ядерних (ХБРЯ) інцидентів терористичного характеру. Тому вивчення їх особливостей та характеристик з метою розробки ефективного комплексу заходів реагування є актуальною проблемою, яка потребує особливої уваги.

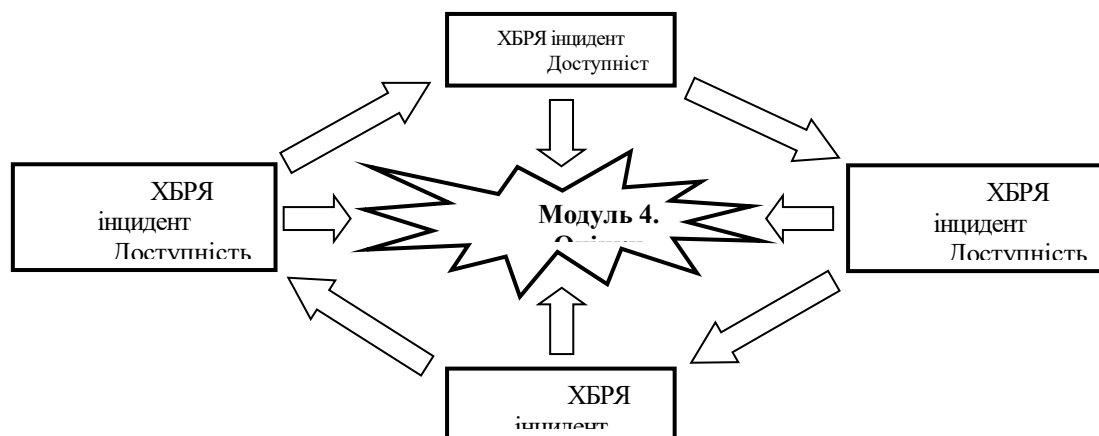
Застосування компонентів отруйних і високотоксичних речовин, біологічних рецептур, а також радіоактивних речовин в терористичних актах часто не має демаскуючих ознак (вибухів, кольору, запаху й видимих слідів контамінації середовища). Перелік потенційно небезпечних речовин, порівняно з вибуховими, ширший у сотні разів. При цьому радіоактивні, хімічні речовини та контагіозні рецептури суттєво різняться за фізико-хімічними та токсичними властивостями, що істотно ускладнює завдання їх ідентифікації та ліквідації наслідків. Морально-психологічний вплив характеру контамінації такими речовинами незрівнянно вищий, ніж від вибухових речовин [1].

Реагування та ліквідація надзвичайних ситуацій, пов'язаних з ХБРЯ інцидентами терористичного характеру, – це комплексна проблема, її вирішення можливе за наявності низки складових:

- наукового потенціалу для вирішення очікуваних і прогнозованих завдань;
- високоточних і оперативних засобів індикації та контролю ХБРЯ забруднення;
- профільно-підготовлених фахівців;
- розроблених методик проведення робіт в умовах ХБРЯ забруднення;
- ефективного управління радіаційним, хімічним та біологічним захистом населення і територій;
- матеріальних ресурсів і спеціальної техніки, призначених (орієнтованих) для відповідних цілей;
- навчання населення основам радіаційного, хімічного та біологічного захисту і правилам поведінки при терористичних актах і надзвичайних ситуаціях;
- постійного моніторингу, проведення характеристики та аналізу випадків виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних з ХБРЯ інцидентами терористичного характеру.

Вирішуючи поставлене завдання, на основі проаналізованих досліджень було розроблено взаємопов'язані показники проведення характеристики надзвичайних ситуацій з ХБРЯ інцидентами терористичного характеру (рис. 1), а саме: **намір** (показник, що характеризує стан соціально-політичної ситуації,  $K_n$ ), **можливість організації** (показник наявності чи доступності ресурсів для здійснення ХБРЯ інцидентів,  $K_m$ ), **вразливість** (показник ефективності системи захисту об'єктів потенційної зацікавленості терористів,  $K_v$ ), **доступність реалізації** (показник, що характеризує можливість доступу до об'єктів потенційної зацікавленості терористів і реалізації ХБРЯ інцидентів,  $K_d$ ).

Кількісну оцінку показників характеристики надзвичайних ситуацій, пов'язаних з ХБРЯ інцидентами терористичного характеру, доцільно проводити шляхом застосування методів експертних оцінок. Для показників  $K_n$ ,  $K_m$ ,  $K_v$ ,  $K_d$  приймаємо такий діапазон варіювання від 0 до 1, де значенню 0 відповідає абсолютно не сприятливі умови виникнення НС, пов'язаних з ХБРЯ інцидентами терористичного характеру, а зміні значення показників від 0 до 1 відповідає «лібералізація» умов для ефективної діяльності терористичних організацій.



**Рис. 1. Характеристика ХБРЯ інцидентів терористичного характеру**

Для порівняння різних випадків надзвичайних ситуацій, пов'язаних з ХБРЯ інцидентами терористичного характеру, вводимо поняття *інтегрального показника* К характеристики НС:

$$K = \sqrt{(K_n)^2 + (K_m)^2 + (K_v)^2 + (K_d)^2}$$

Таким чином, отримаємо кількісну характеристику надзвичайних ситуацій, пов'язаних з ХБРЯ інцидентами терористичного характеру, яка є основою для проведення оцінки небезпеки таких надзвичайних ситуацій [2], з метою розробки та застосування комплексу організаційно-технічних заходів управління безпекою при реагуванні на них.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Тарадуда Д. В. Характеристика надзвичайних ситуацій, пов'язаних з терористичними актами на потенційно небезпечних об'єктах / Д. В. Тарадуда // Науковий збірник «Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист», – Київ, ДУ «ІГНС НАН України»: – 2016. – Вип. 10 – С. 20-24.
2. Тарадуда Д. В. Підхід до кількісної оцінки небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних з терористичними актами на радіаційно небезпечних об'єктах / Д. В. Тарадуда, М. О. Демонт // Збірка наукових праць «Проблеми надзвичайних ситуацій», – Х.: – 2016. – Випуск 24 – С. 126-132. – Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol24/taraduda.pdf>.

*А.Б. Тарнавський, к. т. н., доцент, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

#### **ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЛЕЖНОГО РІВНЯ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ НАСЕЛЕННЯ ТА ТЕРИТОРІЙ, ЩО ПОСТРАЖДАЛИ ВНАСЛІДОК ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ**

Через аварію на четвертому енергоблоці Чорнобильської АЕС з викидом у навколишнє природне середовище значної кількості радіоактивних речовин значна кількість території України і Білорусі зазнала радіоактивного забруднення і стала непридатною для проживання на ній населення та провадження сільськогосподарської діяльності. Загальна площа радіоактивного забруднення території склала більше тисячі квадратних кілометрів.

На протязі усього післяаварійного періоду на забруднених радіацією територіях проводилася надзвичайно напружена і спільна робота українських вчених і фахівців різноманітних спеціальностей у тісній співпраці з міжнародними організаціями щодо ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи. Не враховуючи допущені помилки та прорахунки у здійсненні контрзаходів, які були проведені на території України, рівень радіоактивного забруднення постраждалої території та вплив негативних чинників на здоров'я та самопочуття людей після аварії на ЧАЕС вдалося зменшити до допустимих рівнів.

На сьогоднішній час в зонах радіоактивного забруднення знаходиться територія 12 областей нашої країни.

На протязі 31 року, який пройшов після найбільшої техногенної катастрофи людства, природні процеси та проведені контрзаходи у післяаварійний період привели до значного покращення радіологічної ситуації і дали змогу використовувати значні території для здійснення на них сільськогосподарської діяльності і проживання населення

Основний комплекс заходів, які були спрямовані на зменшення негативного впливу радіоактивного забруднення на навколишнє природне середовище і здоров'я людей, був розділений на окремі напрями:

- система радіаційного контролю;
- ведення агропромислового виробництва;
- ведення лісового господарства;
- екологічне оздоровлення середовища;
- підготовка кадрів.

Основними завданнями, які забезпечують відповідну реалізацію положень чинного законодавства щодо соціального захисту населення і територій, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, є:

- створення інформаційно-аналітичної системи комплексного аналізу радіоекологічної ситуації з метою розроблення і обґрунтування планів проведення заходів, що спрямовані на підтримання на належному рівні радіаційної безпеки населення, яке мешкає на території зон радіоактивного забруднення місцевості, а також ефективного використання коштів виділених на проведення контрзаходів;

- інформаційне забезпечення Концепції захисту населення України у зв'язку з Чорнобильською катастрофою;

- обґрунтування перегляду та уточнення розмірів і меж зон радіоактивного забруднення місцевості;

- обмеження виробництва і споживання місцевих продуктів харчування зі значним вмістом радіонуклідів і забезпечення місцевого населення достовірною інформацією про рівні радіоактивного забруднення місцевості;

- забезпечення пунктів радіаційного контролю населення і місцевих продуктів харчування необхідною новітньою апаратурою і приладами з врахуванням чинних вимог нормативних документів із радіологічного захисту населення і територій.

Виконання завдань програми щодо радіаційного моніторингу території зон радіоактивного забруднення здійснюється такими основними заходами:

- дозиметрична паспортизація населених пунктів;

- здійснення контролю за рівнями радіоактивного забруднення продуктів харчування вироблених на території забрудненій радіоактивними речовинами;

- виконання робіт щодо визначення стану навколишнього природного середовища території зон радіоактивного забруднення місцевості;

- створення сучасних засобів радіаційного контролю.

Дозиметрична паспортизація населених пунктів полягає у відборі проб та їх наступного радіохімічного і спектрометричного аналізу, визначення доз опромінення проживаючого населення, аналіз розподілу радіонуклідів на місцевості, складання і видання дозиметричних паспортів населеним пунктам.

З метою оцінки індивідуальних доз опромінення населення здійснюється вимірювання вмісту інкорпорованого в організмі людини <sup>137</sup>Cs.

Пріоритетним напрямом роботи є здійснення контролю за рівнями радіоактивного забруднення продуктів харчування, сільськогосподарської продукції, лісових ягід, грибів у найбільш забруднених районах. Ці заходи, в основному, проводяться у населених пунктах зони гарантованого добровільного відселення Житомирської, Чернігівської, Волинської, Київської, Черкаської та Рівненської областей.

Для зменшення додаткового опромінення населення від споживання продуктів харчування вироблених на території Житомирської, Чернігівської, Волинської, Київської та Рівненської областей проводяться додаткові контрзаходи щодо мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи у сільському господарстві.

Заліснення територій з високим рівнем радіоактивного забруднення є одним із найбільш ефективних методів захисту природного навколишнього середовища від поширення радіонуклідів і радіоекологічної реабілітації забруднених територій.

З метою недопущення повторного радіоактивного забруднення території зони обов'язкового відселення населення проводяться заходи з оновлення мінералізованих смуг навколо покинутих населених пунктів, підкошування трави і підтримання належного санітарно-екологічного стану.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Закон Верховної Ради УРСР від 27.02.1991 р. № 791а-ХІІ “Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи” (зі змінами і доповненнями).

2. Закон Верховної Ради УРСР від 28.02.1991 р. № 796а-ХІІ “Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи” (зі змінами і доповненнями).

3. Концепція Верховної Ради України від 09.02.1993 р. № 3421-ХІІ “Концепція Національної програми ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи і соціального захисту громадян на 1994-1995 роки та період до 2000 року”.

4. Постанова Кабінету Міністрів України від 01.03.2007 р. № 303 “Правила відтворення лісів”.

## **ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ В УКРАЇНІ**

На сьогоднішній день проблема пожежної безпеки є актуальною для всіх країн світу. В європейських державах реагування на НС та ліквідація їх наслідків вважається однією із важливих державних завдань, на успішне вирішення яких витрачаються значні матеріальні і трудові ресурси. В Україні стан пожежно-рятувальної та спеціальної техніки, що застосовується оперативно-рятувальною та іншими державними аварійно-рятувальними службами вкрай незадовільний.

Надзвичайно актуальним питанням є поетапне технічне переоснащення технікою, рятувальним обладнанням та спецзасобами сил цивільного захисту, які виконують основні завдання, у т.ч. по запобіганню НС. Так, останніми роками технічне переоснащення органів та підрозділів цивільного захисту планувалося за рахунок коштів, передбачених Державною цільовою соціальною програмою розвитку цивільного захисту на 2009-2013 роки, затвердженою постановою Кабінету Міністрів України від 25 лютого 2009 р. № 156 та Загальнодержавною цільовою програмою захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру на 2013-2017 роки, затвердженою Законом України від 7 червня 2012 р. № 4909-VI. Проте, зазначені програми практично не профінансовані. Тому стан техніки подекуди досяг критичної межі [1].

Перспективним завданням удосконалення системи цивільного захисту України постає необхідність узагальнення міжнародного досвіду створення та функціонування систем державного управління в умовах надзвичайних ситуацій. На сьогоднішній день такі системи продовжують удосконалюватися, а відмінності у їх побудові та функціонуванні зумовлені національними особливостями формування та розвитку. Але їх об'єднує спільна мета, що полягає в прогнозуванні надзвичайних ситуацій різного типу, запобіганні їх виникненню і ліквідації наслідків [2].

Системи протипожежного захисту повинні включати: засоби пожежогасіння, у тому числі пожежну техніку; автоматичні установки пожежної сигналізації та пожежогасіння; використання будівельних матеріалів з нормованими показниками пожежної безпеки; застосування вогнезахисних фарб; пристроїв обмеження розповсюдження загоряння; систем оповіщення та евакуації людей; індивідуальні засоби захисту від шкідливих факторів загоряння; засоби колективного захисту; системи димовидалення. Для забезпечення ефективності роботи протипожежної системи необхідне виконання заходів з пожежної безпеки на базі сучасних наукових розробок.

В Україні значно відстають від потреби сучасні види техніки та засоби оперативного реагування, спеціальні види пожежної техніки для рятування людей у багатопверхових будівлях вище 15 поверху, індивідуальне спорядження та індивідуальні засоби захисту, насамперед, надійні захисні дихальні апарати для особового складу пожежно-рятувальних підрозділів ОРС ЦЗ. Це значно ускладнює виконання поставлених завдань, становить загрозу для життя та здоров'я самих рятувальників.

З огляду на актуальність питань, які знаходяться в межах компетенції і безпосередньо відповідальності Державної служби України з надзвичайних ситуацій, було організовано XV Міжнародний виставковий форум "Технології захисту/ПожТех - 2016", XIII Міжнародна спеціалізована виставка "Зброя та безпека – 2016" та X Міжнародний авіакосмічний салон "Авіасвіт-XXI 11 жовтня 2016 року (м. Київ) [3], на якому були презентовані найкращі здобутки провідних вітчизняних і зарубіжних розробників засобів безпеки та захисту, що відповідають європейським стандартам і сучасним тенденціям світового технічного розвитку. Це нові зразки пожежної техніки та аварійно-рятувального обладнання, і сучасні системи та засоби пожежогасіння, і засоби зв'язку й сповіщення, індивідуальні засоби захисту тощо. Деякі представники виставки:

Представник "Bronto Skylift" (Фінляндія) в Україні – ТОВ "Транс-Сервіс-КТТ" (Україна) надали рекламну інформацію про гідравлічні підйомники на автомобільних шасі підвищеної прохідності з робочою висотою підйому від 50 до 112 м для пожежогасіння та евакуації людей під час ліквідації пожеж у висотних спорудах. В експозиції компанії "Капітель-Дніпро" (Україна) був представлений весь спектр високоефективних матеріалів для вогнезахисту та антикорозійної обробки будівельних конструкцій та комунікацій. Офіційний представник в Україні концерну "Brandschutz Technik Mueller" (Німеччина) –компанія "Марко ЛТД" (Україна) презентували на виставці синтетичні, плівкостворюючі піноутворювачі AFFF-106, TRIDOL 6-10, СИНТО, S.F.P.M. для гасіння пожеж різної складності. Підприємство є виробником устаткування для оснащення пунктів ТО вогнегасників; дизельних, пожежних мотопомп. НВП "ОЗОН С" (Україна) продемонстрували на виставці блок оповіщення БО-FM-05, що забезпечує інформування та оповіщення людей на відкритих територіях. Особливістю пристрою є його автономне електроживлення. Блок оповіщення має вбудоване джерело живлення – сонячну та акумуляторну батарею. НВП "Пірена" (Україна) продемонстрували засоби пожежогасіння, індивідуального захисту, а також протипожежне спорядження та обладнання. ПП "Атемлюфт-Газ Техніка" (Україна) презентували відвідувачам дихальний апарат на стислому повітрі "MSA AirXpress Fire", повнолицьову панорамну маску "3S-PS-MaXX", рятувальний ковпак "RespiHood" [3]. Та багато інших компаній, як зарубіжних, так і вітчизняних продемонстрували свої розробки сучасних заходів та засобів пожежогасіння.



Також, варто відзначити, що в останні роки одним з найефективніших і перспективніших напрямків забезпечення безпеки автотранспортної техніки є використання автоматичних установок пожежогасіння (пожежних роботів), оскільки, потенційні вогнища загорянь дуже часто перебувають у важкодоступних місцях, і це також істотно ускладнює ліквідацію пожеж [4]. Така роботизована система пожежогасіння повинна забезпечувати в автоматичному (без участі людини) режимі виявлення й ліквідацію осередку загоряння. До теперішнього часу накопичено певний досвід створення й практичного використання автоматичних пристроїв пожежогасіння, у тому числі і на об'єктах автотранспортного комплексу [5]. У працях [6, 7] запропоновано методологічні підстави генотехніки, що забезпечують можливість використання еволюційного моделювання для визначення перспективних напрямків удосконалення пожежних роботів.

Таким чином, дослідження в області створення інноваційних робототехнічних систем на сьогоднішній день є одним з найперспективніших. Будемо сподіватися, що проведені виставки пожежної техніки та аварійно-рятувального обладнання, сучасні системи та засоби пожежогасіння, засоби зв'язку й сповіщення, індивідуальні засоби захисту та визначні дослідження в області робототехнічних систем будуть профінансовані державою та застосоватимуться при гасінні та ліквідації пожеж пожежно-рятувальними службами в Україні.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Рекомендації щодо функціонування єдиної державної системи цивільного захисту в сучасних умовах [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/2016/8/30/Persha\\_redakciya\\_rekomendaciy\\_EDSCZ.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/2016/8/30/Persha_redakciya_rekomendaciy_EDSCZ.pdf)
2. Клименко Н. Г. Зарубіжний досвід функціонування систем державного управління в умовах надзвичайних ситуацій та основні тенденції їх подальшого розвитку / Н. Г. Клименко // Збірник наукових праць НАДУ [Текст] / за заг. ред. О. Ю. Оболенського, С. В. Сьоміна. — К. : Вид-во НАДУ, 2007. — Вип. 1. — С. 26—40.
3. Звіт за результатами проведення XV Міжнародного виставкового форуму технології захисту/ПОЖТЕХ-2016 [Електронний ресурс]. — Режим доступу <http://www.iec-expo.com.ua/uk/tz-pozhtekh-2016-ua.html>
4. Потеха В. Л. Инфракрасная термография — перспективное направление повышения надёжности и безопасности автотранспортной техники / В. Л. Потеха, Е. В. Кузнецова // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. — 2014. — № 2 (175). — С. 102—109. — (Техніка).
5. Потеха А. В. Перспективы использования пожарных роботов в автотранспортном комплексе / А. В. Потеха, В. Л. Потеха, И. А. Пахомова // Проблемы и перспективы развития автотранспортного комплекса : I Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием : материалы / под общ. ред. И. А. Якубович. — Магадан : изд-во СВГУ, 2011. — С. 272—274.
6. Потеха А. В. Методические особенности использования генетических алгоритмов для прогнозирования развития пожарных роботов / А. В. Потеха, Г. Н. Здор // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы, 2014. — № 2 (175). — С. 50—56. — (Техніка).
7. Здор Г. Н. Определение перспективных направлений совершенствования пожарных роботов с использованием метода генетических алгоритмов / Г. Н. Здор, А. В. Потеха, Ю. С. Иванов // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. — 2014. — Вып. 1 (35). — С. 105—118.

*А. Г. Томиленко, к. и. н., доцент, Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля  
Национального университета гражданской защиты Украины*

#### ЕТАПИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ДОБРОВОЛЬНОЙ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ РЕСПУБЛИКИ БОЛГАРИЯ

В системе развития и обеспечения пожарной безопасности Европы особое место занимают добровольные пожарные команды и общества. В странах европейского сообщества они являются основой для формирования профессиональных пожарных команд. Сегодня количество добровольных пожарных в мире многократно превышает число профессиональных пожарных. По данным доклада № 10 от 2006 г. Международной ассоциации пожарных и спасательных служб (СТІФ) количество профессиональных пожарных составляет 1,5 млн. чел., в то же время добровольных пожарных – более 14,9 миллионов [1].

Родоначальниками добровольных пожарно-спасательных команд в Европе были Россия, Германия, Австрия, Польша, Чехословакия, Италия и т.д. В настоящее время количественный и качественный уровень добровольных пожарных команд Европейского союза значительно превышает потенциал пожарных добровольцев бывших стран СССР. Одним из показателей уровня добровольного движения пожарных в Европе является тот факт, что еще в 1928 г. в Чехословакии корпус добровольных пожарных состоял из более 261 тыс. членов. В 1933 г. в Германии с населением 64 млн. жителей было 2 миллиона добровольцев, а в Австрии с населением в 6,5 млн. человек в том же году добровольцы составляли 210 тысяч человек [2].

Следуя примеру развитых стран, население и власти Болгарии также осознавали необходимость создания добровольных пожарных обществ, играющих существенную роль в пропаганде пожарного дела. В развитии добровольных пожарных формирований в Болгарии, активно участвовали и руководители профессиональной пожарной охраны, которые выделяли помещения, машины и оборудование для добровольцев. Учредительные протоколы о создании добровольных обществ были приняты в Министерстве внутренних дел. Но в управлении своей деятельностью добровольные пожарные общества были независимыми.

Первое добровольное пожарное общество в Болгарии – «Развитие» было основано в Руссе в 1896 г. по инициативе начальника местной пожарной команды Димитара Тролева [3]. Однако вскоре оно прекратило свое существование в связи с полученными травмами Тролева при тушении пожара, а затем длительного лечения. 10 марта 1897 г. в Софии, вновь было инициировано брандмейстером Димитаром Тролевым при поддержке тогдашнего мэра Мартина Тодорова, группы местных жителей и части молодежного общества «Юнак» создание добровольной пожарной дружины.

На первом и втором собрании пожарных руководителей в 1905 и 1906 гг. был поставлен вопрос об организации добровольных пожарных дружин и подготовки проектов устава для добровольных пожарных подразделений в городах и селах. После десятилетнего перерыва в 1906 г. возобновилась деятельность пожарных добровольцев в г. Руса «Развитие», которое было преобразовано в добровольную пожарную дружину «Спаситель». Руководителем дружины был избран Петко Якулов – один из самых активных деятелей добровольного пожарного движения в Болгарии. Пожарная дружина имела и свой собственный флаг с надписью «Первая болгарская пожарная дружина «Спаситель – 1906 г.». В конце 1906 г. добровольная пожарная дружина в количестве 25 человек была сформирована в г. Шумен [2].

Начальник софийской пожарной команды Димитар Тролев и группа горожан при поддержке мэра Мартина Тодорова, основали в 1907 г. добровольное пожарное общество. Оно насчитывало около 100 членов. Общество имело свой собственный устав. Добровольцы платили членские взносы и помогали местным обывателям без какого-либо вознаграждения.

В июне 1910 г. был утвержден Устав о добровольных пожарных дружинах и Правила об управлении добровольными пожарными дружинами, опубликованными в третьем выпуске журнала «Пожарное дело» [2]. В учредительных документах были сформулированные задачи добровольцев – оказание помощи в тушении пожаров и ликвидации различных стихийных бедствий и самостоятельная ликвидация пожаров в населенных пунктах. В последующем развитии добровольных пожарно-спасательных обществ цели и задачи, ставящиеся перед ними, были расширены. Особое внимание добровольцами стало уделяться противопожарной пропаганде и обучению населения. Добровольцы стали развивать издательскую деятельность.

В 1925 г. добровольцев снабдят собственной техникой, оборудованием и форменной одеждой. В то время они сформировали независимую пожарную команду со своим начальником и хорошо обученными добровольцами, дежурившими в здании софийской профессиональной пожарной команды. Примеру создания дружин добровольных огнеборцев первых городов последовали и в других населенных пунктах. Добровольные пожарно-спасательные дружины были созданы в городах Враца, Горна Оряховица, Варна, Тетевен, Габрово, Велико Тырново, Пловдив и других – всего 21 дружина [2].

В 1926 г. добровольными пожарно-спасательными дружинами был созван объединительный конгресс, который создал Союз добровольных пожарно-спасательных дружин в Болгарии «Спаситель». В 1927 г. был созван второй конгресс союза. Оба конгресса, были проведены в Софии с материальной поддержки со стороны государства. Третий конгресс союза состоялся в г. Руссе в ноябре 1928 г. На нем впервые было принято решение о начале соревнований по пожарно-прикладному спорту. Четвертый конгресс состоялся в г. Кюстендиле в 1930 г. Следующий конгресс пожарных добровольцев был проведен в 1931 г. в г. Софии. В 1933 г. был организован последний конгресс, состоявшийся в г. Пловдиве [2].

В период 1924–1934 гг. добровольные пожарные дружины Болгарии проводили активную противопожарную деятельность. Лучшей пожарной дружиной страны была софийская добровольная дружина, имеющая в период с 1931 по 1934 гг. свой печатный орган – журнал «Пожарогасительное дело» [2]. Добровольные пожарные дружины страны материально поддерживались специальным фондом «Пожарное дело», основанным в 1924 г. За время своего существования Союз добровольных пожарно-спасательных дружин «Спаситель» в Болгарии объединил наиболее активных и неравнодушных граждан в стране. Культурный и образовательный уровень добровольцев был выше профессиональных пожарных.

В 1934 г. вместе с политическими партиями в стране запретили все общественные организации, в том числе и Союз добровольных пожарно-спасательных дружин. Это дало преимущество в конкуренции профессиональным пожарным командам и вызвало напряженность между профессионалами и добровольцами.

В 1946 г. народное правительство Болгарии дает указания мэрам населенных пунктов возродить пожарное добровольчество под эгидой «общественных добровольных противопожарных служб». В 1967 г. в связи с процессом индустриализации страны, были изданы Правила для организации добровольных противопожарных отрядов (ДПО) на объектах народного хозяйства, что значительно улучшило их противопожарное состояние [2]. С принятием Закона о противопожарной охране в 1979 г., ДПО отводилось особое место в качестве одного из специализированных органов противопожарной защиты в стране.

К 1990 г. в стране были организованы более 10 тыс. ДПО с более чем 180 тыс. членов. За счет средств государственного страхования было построено много пожарных депо в различных небольших городах страны, а с общественных средств, они были оснащены большим количеством противопожарного оборудования. Не мало пожаров на промышленных объектах, сельскохозяйственных и лесных угодьях, было ликвидировано пожарными добровольцами и гражданами.

После 1990 г., в связи с новыми политическими условиями и сменой собственников происходит ослабление активности ДПО. В процессе строительства, развития и функционирования ДПО вскоре стал преобладать формализм. По отчетам ДПО активно функционировало, но на самом деле во многих местах никакой практической работы не проводилось. Допускалось разграбление пожарных депо добровольцев в населенных пунктах. Слабые в финансовом отношении муниципалитеты не выделяли средства на обновление противопожарного оборудования и обучение добровольцев. В некоторых населенных пунктах оставалось функционировать небольшое ядро пожарных добровольцев и огнегасительных групп для ликвидации лесных пожаров, но они держались на горстке наиболее преданных пожарному делу огнеборцев.

В настоящее время существует законодательство для создания добровольных формирований на территории поселений и муниципалитетов при поддержке Департамента пожарной безопасности и защиты населения МВД Республики Болгария. Процедура создания и деятельности добровольных подразделений регулируется Постановлением № 254 Совета Министров от 2003 г., с дополнениями Постановления Совета Министров № 213 от 16.08.2006 г. [2]. На сегодняшний день в Болгарии функционирует 189 добровольных противопожарных формирований. Численный состав добровольцев составил 1813 человек, 20% от общего числа пожарных страны [4]. По численному и количественному составу Болгария занимает 30 место среди противопожарных служб стран – членов КТИФ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мировая пожарная статистика. – Отчет № 10 за 2005 г. – Режим доступа: <http://www.ctif.org/ctif/world-fire-statistics>.
2. Историческа справка. – Режим доступа: [http://www.nspbzn.mvr.bg/Za\\_NSPBZN/History/default.htm](http://www.nspbzn.mvr.bg/Za_NSPBZN/History/default.htm).
3. Пожарного дело в България. – Режим доступа: <http://www.etropole.net>. Statistical and graphical information on the activity of Main Directorate of Fire Safety and Civil Protection of MIA in the period from 01.01.2016 till 31.12.2016. – [Electronic resource]: [http://www.nspbzn.mvr.bg/Sprav\\_informacia/Statistika/Statistika\\_2016.htm](http://www.nspbzn.mvr.bg/Sprav_informacia/Statistika/Statistika_2016.htm).

*В. В. Тригуб, к. т. н., доцент, доцент кафедри ПТтаАПП,  
Національний університет цивільного захисту України*

#### ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ПОЖЕЖІ

На керівника гасіння пожежі (КГП) покладається головна роль у ліквідації пожежі [1-3]. Однією з проблем гасіння пожежі є несвоєчасне зосередження сил та засобів для проведення оперативних дій на пожежі, що в свою чергу приводить до значних матеріальних збитків та збільшенню часу ліквідації пожежі.

Попереднє планування оперативних дій пожежно-рятувальних підрозділів та визначення потрібної кількості сил та засобів для гасіння пожежі визначається аналітичним розрахунком сил та засобів [2,4,5], яким передбачено визначення параметрів розвитку та гасіння пожежі і потрібної кількості сил та засобів на основних пожежно-рятувальних автомобілях. Визначення потрібної кількості сил та засобів під час гасіння пожежі ґрунтується на особистому досвіді КГП та об'явленому номері виклику, за яким прибуває визначена кількість відділень на основних пожежно-рятувальних автомобілях без врахування умов пожежі.

Метою роботи є визначення часу локалізації пожежі, яка впливає на завдані збитки внаслідок пожежі, а також характеризує своєчасність зосередження та введення сил та засобів на пожежі. Для визначення тривалості локалізації пожежі необхідно встановити швидкість локалізації пожежі, яка є її складовою. Швидкість локалізації пожежі визначаємо за формулою:

$$V_{\text{лок}} = \frac{N_{\text{ств}} \cdot q_{\text{ств}}}{I_{\text{потр}} \cdot \tau_{\text{гас}}}, \quad (1)$$

де:  $N_{\text{ств}}$  – кількість стволів, поданих на гасіння пожежі, од.;  $q_{\text{ств}}$  – витрати ствола, л/с;  $I_{\text{потр}}^{\text{гас}}$  – потрібна інтенсивність вогнегасних речовин на гасіння пожежі, л/м<sup>2</sup>·с;  $\tau_{\text{гас}}$  – тривалість гасіння до локалізації пожежі, хв.

Швидкість локалізації пожежі також визначаємо за формулою:

$$V_{\text{лок}} = \frac{S_{\text{пож}}^{\text{лок}} - S_{\text{пож}}^{\text{в.р.}}}{\tau_{\text{гас}} + \tau_{\text{о.р.}}^{\text{лок}}} = \frac{\Delta S_{\text{п}}}{\tau_{\text{гас}} + \tau_{\text{о.р.}}^{\text{лок}}}, \quad (2)$$

де:  $S_{\text{пож}}^{\text{лок}}$ ,  $S_{\text{пож}}^{\text{в.р.}}$  – відповідно, максимальна площа пожежі та площа пожежі на момент введення першого ствола,  $\text{м}^2$ ;  $\tau_{\text{о.р.}}^{\text{лок}}$  – час оперативного розгортання (введення) потрібної кількості стволів для локалізації пожежі, хв.

Прирівняємо праві частини в формулах (1) та (2), отримаємо вираз:

$$\frac{N_{\text{ств}} \cdot q_{\text{ств}}}{I_{\text{потр}}^{\text{гас}} \cdot \tau_{\text{гас}}} = \frac{\Delta S_{\text{п}}}{\tau_{\text{гас}} + \tau_{\text{о.р.}}^{\text{лок}}}, \quad (3)$$

Провівши ряд перетворень в рівнянні (3), визначимо час оперативного розгортання (введення) потрібної кількості стволів для локалізації пожежі:

$$\tau_{\text{о.р.}}^{\text{лок}} = \tau_{\text{гас}} \cdot \left( \frac{\Delta S_{\text{п}} \cdot I_{\text{потр}}^{\text{гас}}}{N_{\text{ств}} \cdot q_{\text{ств}}} - 1 \right), \quad (4)$$

Час (тривалість) локалізації пожежі складається з часу введення потрібної кількості стволів для локалізації пожежі та тривалості гасіння до локалізації пожежі:

$$\tau_{\text{лок}} = \tau_{\text{гас}} + \tau_{\text{о.р.}}^{\text{лок}}. \quad (5)$$

Теоретичний час локалізації пожежі можна визначити з урахуванням (4) та (5):

$$\tau_{\text{лок}} = \tau_{\text{гас}} + \tau_{\text{гас}} \cdot \left( \frac{\Delta S_{\text{п}} \cdot I_{\text{потр}}^{\text{гас}}}{N_{\text{ств}} \cdot q_{\text{ств}}} - 1 \right). \quad (6)$$

Провівши певні перетворення в (6) отримуємо вираз:

$$\tau_{\text{лок}} = \frac{\Delta S_{\text{п}} \cdot I_{\text{потр}}^{\text{гас}} \cdot \tau_{\text{гас}}}{N_{\text{ств}} \cdot q_{\text{ств}}}.$$

Отримана шляхом перетворень та узагальнень найбільш вагомих параметрів процесу гасіння пожежі формула [6] визначення тривалості локалізації пожежі є універсальною для проведення розрахунків та планування оперативних дій з гасіння пожежі. Також визначення показника тривалості розвитку пожежі дозволить проводити аналіз готовності пожежно-рятувальних підрозділів до виконання дій за призначенням.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту / затверджений наказом МНС України від 13.03.2012 р. № 575. – К., 2012. – 152 с.
2. Методика розрахунку сил і засобів, необхідних для гасіння пожеж у будівлях і на територіях різного призначення / затверджена наказом МНС України від 16.12.2011 р. № 1341. – К., 2011. – 26 с.
3. Сенчихін Ю.М. Нормативні показники та порядок визначення загальної чисельності особового складу, оперативних відділень для гасіння пожежі / Сенчихін Ю.М., Сировой В.В., Росоха С.В. // Проблемы пожарной безопасности. – 2015. – Вып. 37. – С. 196-200. – Режим доступа: [http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol37/Ppb\\_2015\\_37\\_35.pdf](http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol37/Ppb_2015_37_35.pdf)
4. Довідник керівника гасіння пожежі. – Київ: ТОВ «Літера-Друк», 2016. – 320 с.
5. Основи тактики гасіння пожеж: навч. посіб. / В.В. Сировий, Ю.М. Сенчихін, А.А. Лісняк, І.Г. Дерев'яноко. – Х.: НУЦЗУ, 2015. – 216 с. – Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/Articles/senchihin/osnovy-taktik.pdf>
6. Лісняк А.А. Визначення часу локалізації пожежі / Лісняк А.А., Тригуб В.В. // Проблемы пожарной безопасности. – 2016. – Вып. 40. – С. 138-140. – Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol40/lisnyak.pdf>

*Н. О. Ференц, к. т. н., доцент, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

#### УДОСКОНАЛЕННЯ ВОГНЕПЕРЕШКОДЖУВАЧІВ ДЛЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ВИРОБНИЧИХ КОМУНІКАЦІЙ

Ефективним напрямом інтенсифікації промислового виробництва є зростання потужностей технологічних апаратів та компактне розташування їх на території підприємства. Водночас з економічними, технологічними, енергетичними перевагами такий шлях призводить до збільшення вибухопожежонебезпеки обладнання, оскільки збільшується кількість вибухопожежонебезпечної технологічної сировини, яка зберігається чи переробляється на порівняно невеликих виробничих площах.

В апаратах і технологічних комунікаціях хімічної, газової, нафтохімічної 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 переміщаються газо-пароповітряні вибухопожежонебезпечні суміші. Вогнеперешкоджувачі пропускають газо-пароповітряний потік, але затримують (гасять) полум'я. Запобігання поширенню полум'я досягається використанням насадки з діаметром каналів менше за критичний.

Відомі різноманітні конструкції вогнеперешкоджувачів – стрічкові, пластинчасті, сітчасті, з металокераміки і металоволокна, з насадками. У роботі запропоновано в якості насадки використовувати пористі матеріали – відходи цеолітних каталізаторів типу «Цеосор 5А».

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 [1].

Мета даної роботи – підвищення вогнестійкості вогнеперешкоджувачів, зниження теплопровідності насадки за рахунок застосування вогнестійких матеріалів – відходів цеолітних каталізаторів типу «Цеосор 5А».

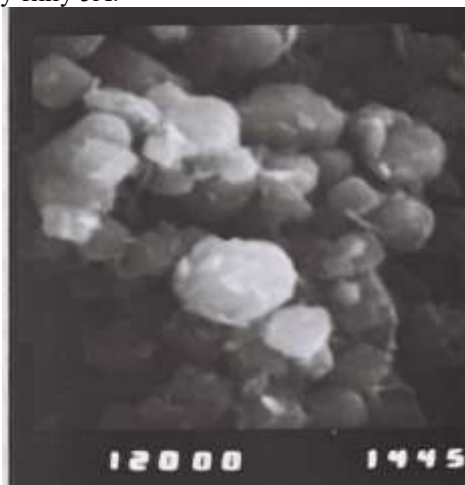
Цеолітні каталізатори типу «Цеосор 5А» використовують у нафтохімічній та нафтопереробній промисловості. На зовнішній вигляд це гранули циліндричної форми (рис.1). Діаметр гранул 5,0 – 8,0 мм. Колір від бежевого до світло-оранжевого.



*Рис.1. Зовнішній вигляд відходів цеолітного каталізатора типу «Цеосор 5А».*

Цеолітні каталізатори типу «Цеосор 5А» – це кристалічні, мікропористі, гідратовані алюмосилікати, що будуються нескінченно, розширюючи тривимірну сітку. Тетраедри Al та Si пов'язані один з одним внаслідок спільного використання атомів кисню. Як правило, їхня структура може розглядатися як неорганічний полімер [2]. Згідно з результатами рентгенофазового аналізу відходи цеолітного каталізатора типу «Цеосор 5А» складаються з таких мінералів: цеоліт типу „Цеосор 5А” ( $d/n=1,23; 0,87; 0,708; 0,547; 0,408; 0,370; 0,327; 0,297; 0,261$ nm), кварц ( $d/n= 0,334; 0,245; 0,228; 0,181$  nm).

Структура відходів цеолітного каталізатора при збільшенні у 12000 раз (рис.2), представлена окремими кристалами прямокутної та шестигранної форми. Для неї характерна чітко виражена кристалічна будова, представлена кристалами цеоліту типу 5А.



*Рис.2. Електронні мікрофотографії структури відходу цеолітного каталізатора типу „Цеосор 5А” при збільшенні у 12000 раз.*

У роботі з допомогою диференційно-термічного аналізу вивчалась поведінка відходів цеолітного катализатора типу «Цеосор 5А» в умовах високих температур. Встановлено, що при їх нагріванні до температури  $t=750...800^{\circ}\text{C}$  відбувається послідовне вилучення фізично зв'язаної, гідроксильної, цеолітної води, що не супроводжується руйнуванням структури. При нагріванні до вказаних температур відсутні будь-які зміни об'єму, зумовлені поліморфними перетвореннями  $\text{SiO}_2$  через його незначний вміст.

Таким чином, використання відходів цеолітного катализатора типу «Цеосор 5А» в якості насадки сухих вогнеперешкоджувачів дає можливість збільшити їх вогнестійкість.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. НПБ 254-99. Огнепреградители и искрогасители. Общие технические требования. Методы испытаний.
2. Брек.Д. Цеолитовые молекулярные сита. М.: Мир, 1976. – 784 с.

*А. Б. Фещенко к. т. н., доцент, Е. Е. Селеенко, А. В. Загора, к. т. н., доцент,  
Национальный университет гражданской защиты Украины*

#### ИНДУКЦИОННЫЙ МЕТОД ПОДПОВЕРХНОСТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ВЗРЫВНЫХ УСТРОЙСТВ

Реализация государственной политики в сфере гражданской защиты, предотвращение и ликвидация чрезвычайных ситуаций техногенного, природного и военного характера, как в мирное время, так и в особый период, возлагаются на подразделения ГСЧС.

Одной из причин возникновения чрезвычайных ситуаций военного характера является несанкционированное срабатывание взрывных устройств (ВУ). Проблема обнаружения и обезвреживания ВУ, так называемое «гуманитарное разминирование», имеет огромное государственное значение.

Известны следующие методы обнаружения ВУ в грунте и на его поверхности: электромагнитный, механического зондирования, электрический контактный, сейсмоакустический, биофизический и др.

Наиболее распространенными неконтактными методами поиска ВУ на глубинах до 10 м являются электромагнитные методы. К ним относятся магнитометрический, индукционный и радиолокационный.

Индукционный метод обнаружения проводящих металлических тел относится к активным методам поиска и основан на регистрации вторичных полей вихревых потоков, возникающих в этих телах под воздействием первичного низкочастотного магнитного поля. Причем металл может быть как ферромагнитным, так и диамагнитным. Индукционный метод позволяет обнаруживать ВУ, выполненные из любого металла или имеющие отдельные металлические элементы в своей конструкции.

Переносные индукционные миноискатели обычно состоят из датчика и блока обработки сигнала с системой индикации, конструктивно размещенных на штанге. Питание приборов осуществляется от аккумуляторных батарей напряжением 6 ... 12 В. Масса миноискателей лежит в пределах 2 ... 5 кг.

Современные индукционные миноискатели позволяют обнаруживать в грунте противотанковые мины с металлическими корпусами на глубинах до 0,5 ... 1,2 м, а мелкие предметы (типа автоматной гильзы) – на глубинах до 0,1 ... 0,4 м. Ширина зоны обнаружения указанных предметов составляет 0,2 ... 1,2 м.

Средний темп поиска большинства современных миноискателей лежит в пределах 120 ... 400 м<sup>2</sup>/ч и определяется в основном наличием посторонних металлических предметов (помех), которых особенно много в местах жилой застройки и хозяйственной деятельности человека, а также в местах ведения боевых действий.

Отдельные образцы современных индукционных миноискателей, оснащенных системами обработки сигнала на основе использования микропроцессоров, позволяют проводить селективный поиск предметов (например, предметов из цветных металлов на фоне предметов-помех из черных металлов или наоборот). Представительными образцами таких миноискателей являются Grand Master Hunter CXIII, White Eagle-2 производства США и «Медуза» (Белорусь).

При наличии встроенных микропроцессоров и достаточно качественных датчиков дальнейшее совершенствование таких приборов возможно за счет улучшения алгоритмов обработки сигналов без существенных конструктивных изменений датчиков и корпусных деталей, что и было реализовано в селективном индукционном миноискателе «Медуза» (Белорусь). Этот миноискатель отличается от аналогов как улучшенными возможностями селективного поиска (прежде всего в условиях городской и промышленной застройки), так и большей чувствительностью при поиске мин, установленных в грунт, что подтверждено результатами сравнительных испытаний. В частности, указанная модель позволяет обнаруживать печально известную по Афганистану противопехотную мину TS-50 (Италия) на штатной глубине установки, что в других аналогичных приборах является пока недостижимым результатом.

Основными преимуществами данного метода являются:

- способность обнаруживать наиболее распространенные металлические ВУ из любого материала;
- простота «отсева» мелких металлических предметов (гильз, осколков боеприпасов и др.), что очень важно при поиске крупных объектов;

- относительная дешевизна поисковой аппаратуры;
  - незначительное влияние грунта на процесс поиска ВУ.
- К недостаткам индукционного метода можно отнести:
- небольшую глубину обнаружения ВУ (до единиц метров);
  - подверженность аппаратуры поиска эфирным помехам (гроза, линии электропередач и т.п.).

В заключение необходимо отметить, что проблема обезвреживания взрывных устройств имеет тенденцию к обострению. Главным нерешенным вопросом проблемы гуманитарного разминирования является низкая эффективность выявления малогабаритных взрывных устройств, прежде всего, фугасных неметаллических.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Взрывоопасные объекты. Методы и средства поиска, обнаружения, обезвреживания и утилизации. / Под ред. В.А. Заренкова. — С-Птб, Наука и Тех-ника, 2003. — 354 с.
2. Петренко Е.С. Средства поиска взрывоопасных предметов по косвенным признакам. //Специальная техника, № 4, 2005
3. Щербаков Г.Н. Обнаружение скрытых объектов - для гуманитарного разминирования, криминалистики, археологии, строительства и борьбы с терро-ризмом. - М.: Арбат-Информ, 2004. - 224 с.

*В. В. Харламов,*

*Національний університет цивільного захисту України*

## ЗАСОБИ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДЕЙ З ВИСОТИ

Стихийні лиха, терористичні акти, техногенні катастрофи викликають руйнування будівель і споруд, в яких знаходяться люди. Самопорятунок часто єдиний спосіб зберегти життя людини, яка опинилась у небезпечній ситуації. У зв'язку з активним будівництвом висотних будівель в великих містах України, виникла ситуація, коли люди, які працюють або перебувають у приміщенні, можуть бути надані самі собі при виникненні надзвичайних ситуацій. Для кожної людини, що опинилась в критичній ситуації, важливо бути впевненою у забезпеченні власної безпеки. Рішення даної проблеми полягає в оснащенні приміщень, у тому числі житлових, підвищеної поверховості засобами індивідуальної евакуації, не порушуючи при цьому зовнішній вигляд будівлі і не створюючи перешкоди для евакуації людей з інших приміщень. Сучасні індивідуальні рятувальні засоби повинні забезпечувати безпечну та надійну евакуацію людей, в тому числі ослаблених.[5]

У разі виникнення пожеж в житлових будинках та офісних будівлях, небезпечні фактори пожежі впливають на те, що шляхи евакуації стають недоступними, і люди опиняються в безвихідній ситуації. У світовій практиці відомо велика кількість випадків, коли люди опинилися в такій ситуації вистрибували з вікон, не дочекавшись допомоги рятувальників. [2]

У Макіївці, в мікрорайоні Зелений, у багатоповерховому будинку на 7 – му поверсі виникла пожежа. За твердженням очевидців, з верхніх поверхів вистрибули дві людини, оскільки опинилися у вогняній пастці. Один з постраждалих помер у кареті швидкої, другий знаходиться в реанімації. Намагаючись врятуватися, збожеволілі від страху люди стрибали з вікон четвертого поверху, двоє розбилися на смерть. Шість людей згоріло живцем.

У 2012 році, у Харкові, в 16 – ти поверховому будинку пролунав вибух, а потім вмить спалахнуло полум'я відразу в декількох квартирах. У квартирі на десятому поверсі, що стала епіцентром вибуху, намагалися врятуватися жінки і діти. У безвихідній ситуації жінка притиснувши до грудей 11-місячну дитину, в розпачі кинулася з десятого поверху. Слідом за нею вистрибула її семирічна донька. Всі троє загинули від отриманих травм. Також у квартирі охопленій полум'ям згоріла заживо ще дві особи.

У 2017 році в Житомирській області жінка вистрибула з вікна четвертого поверху, рятуючись від пожежі. В результаті падіння жінка отримала різні травми, від яких померла в районній лікарні. Пожежа сталася в с. Грозино Коростенського району в однокімнатній квартирі чотириповерхового житлового будинку.

Наявність у приміщеннях будівлі індивідуальних засобів порятунку, в разі пожежі, є єдиним шансом для постраждалих врятувати своє життя.[1] На сучасному ринку засобів індивідуального та колективного захисту з'являються все більше і більше альтернатив даного обладнання, такі як індивідуальні канатно - спускові пристрої, колективні канатно - спускові пристрої, спеціальні рятувальні рукави, стрибкові пристрою, рятувальні трапи, навісні рятувальні сходи.[4] Все це обладнання дозволяє самостійно евакуюватися з небезпечної зони, не чекаючи допомоги рятувальників. Даними засобами необхідно забезпечувати офісні та адміністративні будівлі.[3] Персонал, який працює в них повинен знати порядок дій при виникненні пожежі, місця розміщення даних засобів, та способи його використання. Так само на законодавчому рівні необхідно зобов'язати власників сучасних багатоповерхових будинків забезпечення даними засобами своїх мешканців. Розташувати їх в доступному місці, і проінструктувати мешканців будинку. Так само кожна бажуюча людина

може купити собі індивідуальний засіб порятунку з висоти, і забезпечити себе додатковим шляхом евакуації у разі виникнення екстреної ситуації.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Мартынов А.И. Промальп (промышленный альпинизм). - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Спортакадемпред, 2001.
2. Кузнецов В.С. Учебное пособие. Выполнение высотно-верхолазных работ в безопасном пространстве. – Симферополь: СПД «Барановская О. И.», 2008. – 684 с.: ил.
3. Кузнецов В.С. Учебное пособие по освоению навыков для выполнения высотно-верхолазных работ с применением специальной оснастки и страховочных средств. – Симферополь: Таврия, 2006. – 384 с.: ил.
4. Каталог. WORK SOLUTIONS. ПРОМАЛЬП.- Petzl.: 2005. – 103с., ил.
5. Альпинизм сегодня и завтра. Программа подготовки. Квалификационные уровни. Методические рекомендации. И.А. Мартынов, И.Б. Кудинов, А.И. Мартынов. - Днепропетровск, 1989. - 135 с.

*В. В. Хижняк, к. т. н., с. н. с., А. В. Гурник,  
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту*

#### АВІАЦІЙНІ ЗАСОБИ І СПОСОБИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

*Збитки внаслідок безпосередньої дії вогню, від початку спалаху, можуть збільшуватися в геометричній прогресії. Тому залучення авіаційних засобів, не дивлячись на їх більш високу вартість, вигідне по причині високої оперативності. Тут існує лише «Правило золотого часу», скориставшись яким є можливість за рахунок раннього виявлення різко скоротити площу горіння, а також запобігти розповсюдженню пожежі [1].*

Виконання завдань із забезпечення своєчасного виявлення ознак займання та гасіння масштабних пожеж вимагає від територіальних органів залучати авіаційні засоби, оснащені всім необхідним спорядженням і устаткуванням [2: ст. 71, ст. 77, ст. 80], а також у взаємодії з авіацією Державної служби України з надзвичайних ситуацій вирішувати проблему забору водних мас для гасіння пожеж, у разі відсутності докошишніх водоймищ.

Щодо класифікації авіаційних засобів – або літак, або вертоліт. Такі варіанти як автожири і дирижаблі поки до уваги не приймаються у наслідок їх малого розповсюдження і наявності неусувних конструктивних недоліків [3].

Літаки можуть застосовуватися самі різні з встановленим на них устаткуванням для забору і скидання води.

Більш широкого застосування набули вертольоти завдяки своїм головним перевагам в порівнянні з літаками – здатністю виконувати вертикальний підйом і спуск, і зависати на місці. Це дозволяє здійснювати зліт і посадку на обмеженому просторі і, по суті, переводить вертоліт в клас літальних апаратів, що не вимагають для себе аеродромних майданчиків.

Можливості оперативно дістатися до необхідного місця й широкий діапазон швидкостей польоту на малі і середні відстані підвищує конкурентоспроможність застосування вертолітної техніки в порівнянні з літаками, сприяє її застосуванню в оглядових польотах по виявленню пожеж і пожежогасінні, доставці пожежних команд і технічних засобів пожежогасіння в райони, що не мають злітно-посадкових смуг.

Під час пожежогасіння є можливість регулювати швидкість вертольота при скиданні вогнегасної рідини на кромку пожежі або створення загороджувальної смуги перед фронтом вогню. Тим самим, збільшуючи або зменшуючи дозування води. Подібне неможливо здійснити пожежними літаками, оскільки об'єм рідини, скинутої з літака, матиме в 1,5-2 рази більшу довжину і ширину, і відповідно менші дозування вогнегасної рідини на землі.

Оскільки вертоліт є універсальним засобом щодо можливості оперативно дістатися до необхідного місця для гасіння пожеж у важкодоступних районах, у тому числі в лісовій місцевості за відсутності доріг, мегаполісах за наявності дорожніх пробок і завалів, до недавнього часу вибір його типу, як авіаційного засобу визначався в Україні із наявного переліку, аби дозволяла вантажопідйомність. І лише останніми роками намітилася тенденція створення вузько спеціалізованих варіантів пожежної вертолітної техніки. Водяний бак у них розміщується, або усередині фюзеляжу, або в його нижній частині, а м'який водозливний пристрій на зовнішній підвісці. Забір води здійснюється за короткий проміжок часу, в режимі висіння, за допомогою потужних насосів всмоктування чи зануренням ємкості у водоймище на протязі 10-35 секунд до 3000 літрів рідини. Скидання забезпечується, або відразу, або поступово, в декількох режимах.

У той же час, потребують удосконалення створювані і створені, в даний час пристрої, засоби і методики вертолітного пожежогасіння шляхом наповнення більшими можливостями й набагато вищою ефективністю застосування. Для цього пожежники мають більше знати оперативно-тактичні і льотно-технічні характеристики вертольота, що забезпечують високу точність скидання води під час гасіння пожеж, а також вимоги щодо його безпеки, видів забезпечення, живучості і стійкості до зовнішнього впливу. А конструктора вертольотів (лише вони мають право встановлювати і сертифікувати додаткове устаткування) мають уявляти,



що потрібно пожежним, а також знати способи гасіння великих і малих, площадкових і локальних пожеж, пожеж в лісі і в місті.

Найчастіше, авіаційні засоби пожежогасіння залучаються для боротьби саме з лісовими пожежами. Організація і вибір способів для гасіння лісової пожежі авіаційними силами і засобами здійснюється відповідно до інструкцій і залежить від виду, інтенсивності та швидкості поширення пожежі, навколишньої природної обстановки, намічених тактичних прийомів і термінів гасіння, а також метеорологічної обстановки [4].

Лісову пожежу доцільно гасити, або, скидаючи за допомогою водозливного пристрою воду (піну) на вогнище пожежі, або встановлюючи загороджувальні смуги, що перешкоджають поширенню вогню. На підставі результатів авіаційних досліджень встановлено, що улаштування загороджувальних смуг ефективно лише при використанні піни, що вимагає спеціального устаткування. Але, відчутний ефект для ліквідації вогнищ лісових пожеж може дати проведення масованого нальоту авіаційними засобами декількох типів. Пожежні літаки відразу локалізують пожежу, а вертольоти підтримують цей режим.

Основним технічним прийомом забезпечення дієвого гасіння пожеж у гірській місцевості на ділянках серед валунів і кам'янистих розсипів, простори і порожнечі яких заповнені рослинністю, є доставка води до кромки пожежі з місцевих джерел води вертольотом на зовнішній підвісі в м'яких ємкостях.

Рідше трапляється застосовувати вертоліт в міських умовах. Проте діючи традиційним способом - скидаючи воду на дах будівлі, можна заподіяти збитку більше, ніж нанесе сама пожежа (що виникла в одній квартирі). Тому конструктора мають намагатися створити різні типи горизонтальних водяних і водо-дисперсних гармат.

Ще одним із способів авіаційного пожежогасіння може бути використання спеціальних пластикових бомб, що створюють при вибуху хмару аерозолу для пригнічення процесу горіння. Але під час вивчення ефективності застосування є необхідність у визначенні збитку, що може наноситися довкіллю хімічними речовинами, що входять до складу аерозолу.

Одним із напрямків досліджень в області гасіння великих пожеж може бути застосування методу штучного викликання опадів і хмар шляхом: введення з літака у вершини потужних переохолоджених купчастих хмар спеціальних реагентів над районом пожежі; керування електричним станом хмар з метою зміни процесів, що спроможні посилювати утворення опадів. Проте в даний час цей метод поки ще не отримав значного розвитку по ряду причин [5]. Одна з них полягає в тому, що самі ці процеси недостатньо вивчені. Крім того, результати великомасштабних впливів на атмосферні процеси поки залишаються також невизначеними.

Таким чином залучення авіаційних засобів дозволяє швидко скоротити площу гасіння, а також запобігти розповсюдженню пожежі. Проте існуючі пожежні авіаційні засоби потребують модернізації шляхом встановлення сучасних агрегатів, систем, обладнання і протипожежного устаткування, які могли б повною мірою розкрити їх потенціал. Потребують подальшого дослідження застосування авіаційних засобів для утворення загороджувальних смуг розчинами вогнестримувальних хімікатів, скидання води з додаванням необхідного об'єму піноутворюючих рідин, додатковому їх розпиленню за допомогою спеціальних пристроїв, а також способи штучного викликання опадів і хмар.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Хижняк В.В., Гурник А.В. Залучення авіації до ліквідації пожеж в природних екосистемах. // Надзвичайні ситуації: безпека та захист: Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції. – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ, 2014. – С. 87-90.
2. Закон України № 5403-VI р. із змінами «Про Кодекс цивільного захисту України» від 02 жовтня 2012 р. [Електронний ресурс.] – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17/page>
3. Кулик М.С. Дирижаблі. Ч. II. Аеростатика, аеродинаміка, динаміка керованого польоту: навч. посіб. / М.С. Кулик, В.М. Казак. – К.: НАУ, 2010. – 212 с.
4. С.А. Паршенцев, А.В. Ципенко. Моделирование разброса крупных гранул с летательного аппарата. Научный вестник МГТУ ГА, сер. Аэромеханика, прочность, М., 2007, № 111, с. 187-189.
5. Трухін В. І., Показеев К. В., Куніцин В. Є. Загальна та екологічна геофізика. - М.: Фізматліт, 2005. - 576 с.

*И. А. Шмудевцов, Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации» Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*

## ОЦЕНКА МИНИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ВОДЫ, ПОДАВАЕМОЙ В ПОТОК ВОЗДУХА, СОЗДАВАЕМОГО ДЫМОСОСОМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ СПАСАТЕЛЯ

Задача, которую мы ставили перед собой - это улучшение условий работы спасателя, обеспечение его безопасности, интенсификация проведения спасательных работ.

Хорошо производит тушение, когда наблюдаешь горящий объект. Но часто спасатель сталкивается с ситуацией, когда сначала необходимо обнаружить очаг горения – тления.

При сложной планировке в горящем сооружении и при наличии сильного задымления необходимо использовать дымосос, работающий на приток, с обеспечением выхода нагнетаемого объема воздуха.

Использование дымососа, как известно, приводит к интенсификации горения.

Например, при опыте, проводимом в контейнерах, имитирующих смежные помещения, рост температуры во всех точках помещения показан на рисунке 1.

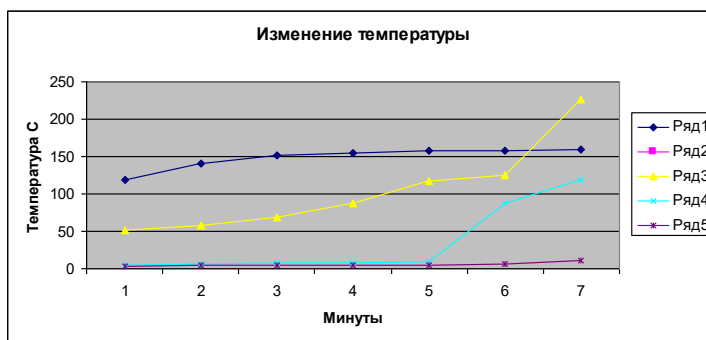


Рисунок 1. График роста температур во всех точках помещения.

То же помещение с теми же начальными температурами при подаче водно- дисперсной среды в воздушный поток (рисунок 2):

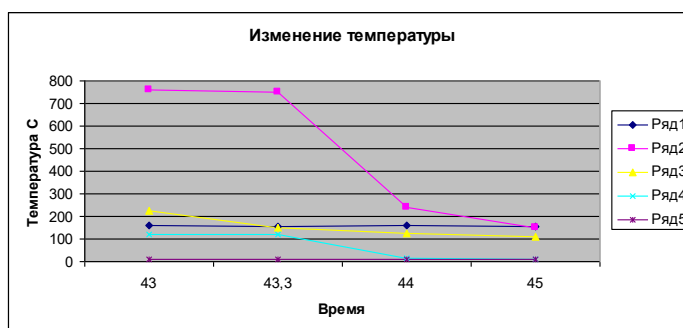


Рисунок 2. График роста температур во всех точках помещения при подаче водно- дисперсной среды в воздушный поток.

Использование дымососа, требует тщательного контроля объема выходящего из помещения газа, в противном случае, происходит только интенсивная турбулизация воздушных потоков в помещении.

При уменьшении размеров помещения также происходит дополнительная турбулизация непосредственно около дымососа, но скорость воздушного потока изменяется примерно также, очень много зон дымового штиля.

Но при этом остается открытым вопрос, какая должна быть дисперсность и какой объем воды необходимо вводить в воздушный поток для обеспечения максимального эффекта снижения температуры в помещении с очагом горения и создания обстановки дающей возможность спасателям проводить оперативные работы или обеспечивать безопасную эвакуацию.

При использовании дымососов с производительностью от 24000 до 36000 м<sup>3</sup>/час, при относительной влажности наружного (свежего воздуха) 40%, расход воды для создания 100% влажности можно оценить следующим образом.

При температуре наружного воздуха равной 15°С, и относительной влажности 40%, влагосодержание составит  $12,82 \cdot 0,4 = 5,128 \text{ г/м}^3$ . С учетом прогрева воздуха до 70°С, минимально необходимое количество воды, вводимое в 1 м<sup>3</sup>, для достижения 100% влажности составит  $197,95 - 5,128 = 192,82 \text{ г/м}^3$ . Т.е для выбранных дымососов, необходимо как минимум введение 1,285 – 1,928 кг воды в газовый объем ежесекундно. Как показали проделанные расчеты, при достижении степени дисперсности вводимых в воздушный поток капель воды размером 100 мкм, время их нахождения в воздушном потоке примерно равно 26 минутам (скорость витания равна 0,135м/с). При увеличении степени дисперсности частиц до 50 мкм, время их нахождения составит 87 минут.

Такое время нахождения гарантирует полное испарение капель воды и создания высокой влажности.

При введении в воздушную струю вентилятора потока диспергированных капель воды происходит их дополнительное дробление, и увеличивается площадь орошения водным потоком.

Из графика зависимости скорости воздушного потока от расстояния до вентилятора в свободном помещении (рисунок 3) видно, что на расстоянии более 7 метров, в общем, образуется штиль, который крупную частицу не в состоянии транспортировать.

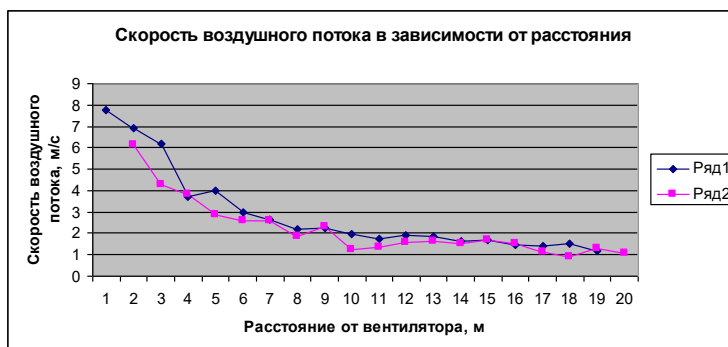


Рисунок 3. График зависимости скорости воздушного потока от расстояния до вентилятора в свободном помещении.

При расчете расхода воды  $V_{\tau}$ , м<sup>3</sup>/с, подаваемой в помещение, принимали его постоянным во времени. Эта величина может быть выражена из уравнения теплового баланса, записанного для термодинамической системы «дымовые газы – вода»

$$\begin{cases} Q_{дг} = Q_{з} \\ Q_{дс} = Q_{н}^p \times S \times \psi \\ Q_{з} = V_x \times (\rho c)_z \times (t_x - t_0) \end{cases} \quad (1)$$

где  $Q_{дг}$  – количество теплоты, поглощаемое дымовыми газами в результате горения, кВт;  $Q_{з}$  – количество теплоты, забираемое водой от дымовых газов, кВт;  $(\rho c)_z$  – объемная теплоемкость воды, кДж/(м<sup>3</sup>·К). Тогда, из соотношений (1) выражение для расхода воды имеет вид

$$V_{\tau} = \frac{Q_{н}^p \times S \times \psi}{(\rho c)_z \times (t_x - t_0)}$$

где  $Q_{н}^p$  – материал с низшей теплотой сгорания, МДж/кг;

$t_0$ , °С - начальная температура, температура насыщения воды при атмосферном давлении  $t_x = 100$  °С;

$S$  - площадь пожара, м<sup>2</sup>;

$\psi$  - удельная скорость выгорания материала.

Были проведены расчеты величины дисперсности частицы, которая подхватывается данным вентилятором, по зависимости:

$$\frac{dv}{dt} = -g - 0,5C_d \times (Re) \times \frac{\pi R^2 \rho}{m} \times |\vec{v}| \times v$$

Модуль скорости  $|\vec{v}|$  рассчитывается согласно выражению:

$$|\vec{v}| = (v^2 + (u - u_0)^2)^{0,5}$$

где  $u_0$  – скорость горизонтального газового потока.

Коэффициент сопротивления  $C_d$  равен:

$$C_d \times (Re) = \frac{24}{Re} \times \left(1 + \frac{Re^{2/3}}{6}\right)$$

На сегодняшний день работа продолжается по разработке распыляющего устройства, которое обеспечивает необходимую дисперсность, и массовую подачу воды в воздушный поток.

Измельчение капли до размеров 20 мкм приведет к тому, что она будет двигаться с потоком воздуха, и огибать различные препятствия, снижение начальной скорости капли приводит к уменьшению потерь массы воды при движении капли с потоком воздуха.

Массовый расход воды зависит от мощности вентилятора и составляет не менее 190г/м<sup>3</sup>. воздуха.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Grimwood P. Modern positive pressure ventilation. «Fire&Rescue», 2005, № 57
2. Миттендорф Джон «Приточная вентиляция с наддувом (PPV)», Fire & Rescue, 2003, №50

## **Секція № 2. Розвиток, застосування засобів цивільного та протипожежного захисту**

*Ю. О. Абрамов, д. т. н., проф., Я. Ю. Кальченко,  
Національний університет цивільного захисту України*

### **АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕПЛОВИХ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ**

Одною з проблем на шляху підвищення ефективності виявлення загорянь є удосконалення системи експлуатації систем пожежної автоматики та, зокрема, удосконалення методів і засобів контролю технічних характеристик датчиків первинної інформації, до яких відносяться теплові пожежні сповіщувачі. У зв'язку з цим, доцільно проаналізувати існуючу систему експлуатації теплових пожежних сповіщувачів та визначити її недоліки.

Згідно [1] експлуатація – це стадія життєвого циклу виробу, під час якої реалізується, підтримується та відновлюється його якість. Система експлуатації теплових пожежних сповіщувачів включає в себе зберігання, транспортування, введення в експлуатацію, використання за призначенням, технічне обслуговування та ремонт.

В процесі зберігання та транспортування об'єкти піддаються неблагоприятним впливам коливань температури, дії вологого повітря, вібраціям і т.п. У результаті, після зберігання і транспортування пристрій може бути непрацездатним навіть у граничному стані [2]. У діючих нормативних документах України та Росії [3,4,5] не приведено умови зберігання та транспортування для теплових пожежних сповіщувачів. Дані умови приводяться у паспортах сповіщувачів, причому різні виробники зсилаються на різні нормативні документи.

Введення в експлуатацію включає в себе зовнішній огляд сповіщувачів, перевірку правильності монтажу відповідно до проекту та перевірку їх працездатності. Перевірку здійснює, як правило, технічний спеціаліст монтувальника і замовник або його представник [3].

Технічний огляд може бути плановим або позаплановим і складається з зовнішнього огляду, перевірки працездатності сповіщувачів та ведення технічної документації. Перевірка працездатності може виконуватися стаціонарними та об'єктовими випробуваннями. Як правило стаціонарні випробування теплових пожежних сповіщувачів проводяться на етапі введення в експлуатацію, а об'єктові під час технічного обслуговування. Проведення випробувань виконуються з метою визначення технічних характеристик сповіщувачів, а саме часу спрацьовування і температури спрацьовування, та перевірки його працездатності за різних кліматичних умов та при впливі різних зовнішніх чинників [4].

Стаціонарні випробування, згідно [4,5], проводяться у тепловому каналі та у спеціальних приміщеннях за допомогою тестових осередків пожеж. У тепловому каналі випробування проводяться відповідно до плану проведення випробувань, що приведений в табл. 2 та табл. 3 нормативного документу [4]. Під час випробувань визначають залежність часу спрацьовування теплових пожежних сповіщувачів від напрямку, статистичну температуру спрацьовування сповіщувачів, час спрацьовування сповіщувачів від нормальної температури використання, час спрацьовування від 25°C та стійкість сповіщувача за різних умов. Недоліками теплового каналу є несиметричний розподіл повітряного потоку і температури по поперечному перерізі замкнутого корпусу, що має, як правило, форму кільця, через різницю кутових швидкостей повітряного потоку і нерівномірної тепловіддачі стінки корпусу. Крім того, контакт створюваного повітряного теплового потоку зі стінкою корпусу, що знаходиться в прямому контакті з навколишнім середовищем, зумовлює високу різницю температури потоку від стінки корпусу до його середини (градієнт температури) в зоні вимірювань [6].

Згідно [5] сповіщувачі повинні піддаватися вогневим випробуванням, для проведення яких встановлюють шість видів тестових осередків пожеж (ТП-1, ТП-2, ТП-3, ТП-4, ТП-5, ТП-6). Опис тестових осередків пожеж та їх якісні характеристики приведені в додатку Н [5]. Випробування теплових пожежних сповіщувачів можливо лише трьома видами тестових пожеж (ТП-1, ТП-5, ТП-6), оскільки випробування тестовими осередками пожеж класу ТП-2, ТП-3, ТП-4 проходить з незначним виділенням тепла. Під час таких випробувань визначають час спрацьовування та температуру спрацьовування сповіщувача. Загальний час проведення стаціонарних випробувань теплових пожежних сповіщувачів складає 36 год [7]. Недоліками для таких випробувань є значний час їх проведення, залежність показників від багатьох факторів та потреба у великій кількості вимірювального обладнання. Існують альтернативні пристрої для проведення стаціонарних випробувань, що усувають недоліки теплового каналу та вогневих випробувань, але широкого розповсюдження вони не набрали, так як не приводяться у нормативних документах [6].

Об'єктові випробування теплових пожежних сповіщувачів поділяються на три класи. Випробування першого класу зводяться до того, що в конструкцію сповіщувача вводиться додатковий, найчастіше механічний елемент, що дозволяє імітувати вплив зовнішнього сигналу на чутливий елемент сповіщувача. При другому класі випробувань приймальна станція в автоматичному режимі (або за запитом оператора) формує

електричний сигнал, що викликає спрацьовування одного або групи сповіщувачів. Випробування третього класу виконуються невеликими камерами для створення зовнішнього впливу на чутливий елемент сповіщувача в місці його встановлення, речовинами і матеріалами, що застосовуються для створення зовнішнього впливу на чутливий елемент сповіщувача. Перші два класи випробувань здійснюються без визначення параметрів чутливого елемента. На практиці, частіше всього, випробування теплових пожежних сповіщувачів виконуються за допомогою третього класу.

Існуючі способи об'єктових випробувань та їх технічні реалізації приведені в [6]. Більш розповсюджені прилади представляють собою невеликі камери, для створення теплової дії на чутливий елемент теплового пожежного сповіщувача, шляхом створення теплового потоку нагрівальним елементом та вентилятором або електричною лампою розжарювання. Працюють такі прилади, як правило від акумулятора, а підносять до місця встановлення сповіщувача за допомогою спеціальної штанги. Недоліком об'єктових випробувань є відсутність методів, які б виключали ручні операції та в автоматичному режимі визначали значення параметрів чутливого елемента теплового пожежного сповіщувача.

Проведення перевірки одного пожежного сповіщувача з кожної зони повинно виконуватися щоквартально, а перевірка кожного сповіщувача - один раз на рік (допускається перевіряти до 25 % сповіщувачів щоквартально) [3].

У нормативних документах, що регламентують експлуатацію теплових пожежних сповіщувачів [3,4,5], їх ремонт не розглядається. В технічній документації сповіщувачів указується, що ремонт та заміна сповіщувачів на протязі гарантійного строку експлуатації проводиться підприємством-виробником за умови виконання правил монтажу, своєчасного технічного обслуговування, транспортування та зберігання. На практиці сповіщувачі, що вийшли з ладу, частіше заміняють на нові, а його ремонт не виконується, у зв'язку з низькою вартістю.

Показники надійності для теплових пожежних сповіщувачів не регламентуються жодним нормативним документом, що є недоліком системи експлуатації. На території Росії середнє напрацювання на відмову ТПС визначено у нормативному документі [5] і повинно бути не менше 60000 годин. Виходячи з цього, ймовірність безвідмовної роботи пожежного сповіщувача дорівнює 0,86, що є низьким показником.

Показники експлуатаційної технологічності, в процесі експлуатації теплових пожежних сповіщувачів, також не розглядаються. При проведенні об'єктових випробувань, в залежності від типу приладу, яким здійснюється випробування, час його підготовки до роботи буде від 120 с до 300 с, час проведення випробувань становить 180 с, а приблизний час зняття показань - 30 с. Виходячи з цього, середня тривалість проведення об'єктового випробування першого теплового пожежного сповіщувача - 420 с, а кожного наступного - 210 с. Враховуючи те, що на великих об'єктах встановлені сотні сповіщувачів, на проведення випробувань знадобиться багато часу, а середній час роботи таких приладів від акумулятора складає 3 год. Тобто коефіцієнти експлуатаційної технологічності мають великі значення і потребують поліпшення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Эксплуатация техники. Термины и определения: ГОСТ 25866-83 (чинний від 1990-07-13). – Москва: Издательство стандартов, 1983. – 6 с.
2. Бородин С.М. Обеспечение надежности при проектировании РЭС: учебное пособие / С.М. Бородин. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 106 с.
3. Системи пожежної сигналізації та оповіщення. Частина 14. Настанови щодо побудови, проектування, монтування, введення в експлуатацію, експлуатування і технічного обслуговування. (CEN/TS 54-14:2004, IDT): ДСТУ-Н CEN/TS 54-14:2009 (чинний від 2010-01-01). - К: Держспоживстандарт України, 2009. – 68 с.
4. Системи пожежної сигналізації. Частина 5. Сповіщувачі пожежні теплові точкові. (EN 54-5: 2000, IDT): ДСТУ EN 54-5:2003 (чинний від 2003-16-12). - К: Держспоживстандарт України, 2004. – 162 с.
5. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний: ГОСТ Р 53325-2012 (чинний від 2014-01-01). - Москва: Стандарт информ, 2012. – 270 с.
6. Ю.О. Абрамов Теплові пожежні сповіщувачі та їх випробування / Ю.О. Абрамов, Я.Ю. Кальченко. – Харків: НУЦЗУ, 2016. – 120 с.
7. Гвоздь В.М.. Терморезистивные тепловые пожарные извещатели с улучшенными характеристиками и методы их температурных испытаний. : дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук : спец. 21.06.02 / Гвоздь В.М. – Черкасы, 2005. – 181 с.

## **ЗНАЧИМОСТЬ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Инженерная защита населения в условиях чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, является одной из главных задач министерств и ведомств Республики Казахстан, республиканских, территориальных и объектовых органов управлений [6].

Проблема инженерной защиты населения в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, издавна привлекает внимание человечества, а в современных условиях приобретает особую актуальность. Это обусловлено наблюдающимся постоянным ростом количества и увеличения масштабов происходящих чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а так же увеличением в наше время частоты возникновения локальных войн и вооруженных конфликтов.

При этом как чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера, так и войны сопровождаются огромными людскими и материальными потерями, тяжелыми экономическими, социальными и экологическими последствиями, для ликвидации которых достаточно часто нужны усилия всей страны, а в ряде случаев, и помощь международного сообщества. В связи с этим, вопросы инженерной защиты населения при чрезвычайных ситуациях природного, техногенного и военного характера исторически во всем мире возведены в ранг государственной политики.

Мероприятия по инженерной защите населения включают решение ряда сложных задач, направленных на снижение возможных потерь и разрушений, повышение устойчивости функционирования работы организаций (объектов), организацию и обеспечение действий сил гражданской защиты при ликвидации ЧС природного и техногенного [6].

К инженерно-техническим мероприятиям относятся: планомерное накопление необходимого фонда защитных сооружений гражданской обороны – убежищ и противорадиационных укрытий. [5].

Инженерная защита населения и территорий – это комплекс организационных и инженерных мероприятий, проводимых заблаговременно, а также в оперативном порядке (в рамках инженерного обеспечения ликвидации ЧС) с целью предотвращения или максимального снижения потерь среди населения; сохранения материальных ценностей, объектов инфраструктуры при возникновении ЧС, стихийных бедствий, аварий, природных и техногенных катастроф [6].

В основу инженерной защиты населения и территорий положены следующие принципы:

1. Защита населения планируется и осуществляется дифференцированно, в зависимости от военно-экономических и природных характеристик районов его расселения, административно-политического значения объектов экономики, видов и степени опасности возможных чрезвычайных ситуаций и других местных условий. Основой формирования общегосударственной и территориальных систем защитных мер и дифференцированного подхода к организации инженерной защиты населения является зонирование территорий по видам и степеням возможных опасностей. Зонирование (районирование) территории по видам и степеням природной и техногенной опасности представляет собой процесс выделения границ территорий, общими признаками которых является высокая потенциальная опасность возникновения на них того или иного вида стихийных бедствий или техногенных аварий [6].

В результате могут быть определены зоны, для которых характерны сейсмическая, лавинная, оползневая, радиационная, химическая или другая опасность. В случае если для данной территории определена величина риска возникновения чрезвычайной ситуации соответствующего вида, то в признаке зонирования оказываются учтенными не только вид опасности, но и ее степень.

2. Защита населения достигается путем комплексного использования различных способов защиты, при этом основным из них является укрытие в защитных сооружениях и эвакуация населения из опасных районов [6].

3. Объем планируемых и заранее подготавливаемых мероприятий по защите населения определяется исходя из принципа разумной достаточности, которая достигается:

выбором оптимальных (рациональных) вариантов защиты на основе прогноза ожидаемых событий;  
сочетанием государственных интересов, интересов организаций и предприятий всех видов собственности и интересов гражданской защиты;  
выполнением организационных и инженерно-технических мероприятий, проводимых заблаговременно и в ходе чрезвычайных ситуаций;  
внедрением качественных параметров строительства;  
повышением уровня универсальных средств защиты для мирного и военного времени;  
представлением приоритетов вопросам защиты населения при формировании и выполнении планов экономического и социального развития [6].

4. Ликвидация чрезвычайных ситуаций осуществляется максимально возможным использованием имеющихся сил и средств организаций, местных исполнительных органов, на территории которых сложилась

чрезвычайная ситуация. При недостаточности этих сил и средств, привлекаются в установленном законодательством Республики Казахстан порядке силы и средства Министерства обороны Республики Казахстан [1].

Инженерная защита планируется и осуществляется на основе: оценки характеристик возможной опасности; учета категорий защищаемого населения; результатов инженерно-геодезических, геологических, гидрометеорологических изысканий; схем инженерной защиты территории (генеральных, детальных, специальных); учета особенностей использования территории.

Инженерное обеспечение ликвидации чрезвычайных ситуаций – это комплекс задач и мероприятий, проводимых в мирное и военное время с целью создания наиболее благоприятных условий для своевременного и скрытого развертывания в районах сил ликвидации чрезвычайных ситуаций; беспрепятственного их движения, проведения ими маневра и выполнения поставленных задач; повышения защиты и устойчивости сил, а также защиты населения от современных средств поражения и других поражающих факторов; нанесения противнику потерь и затруднения его действий [6].

Успех инженерного обеспечения достигается:

правильным пониманием руководителями задач инженерного обеспечения;

высокой инженерной подготовкой личного состава;

максимальной самостоятельностью сил ликвидации ЧС в выполнении задач инженерного обеспечения;

грамотным применением приданных инженерных подразделений и тесным взаимодействием с ними;

использованием маскирующих и защитных свойств местности, строительных материалов и средств инженерного вооружения;

выполнением задач инженерного обеспечения с полным напряжением сил [5].

Основными задачами инженерного обеспечения (в общем виде) являются:

инженерная разведка объектов и местности;

фортификационное оборудование районов, занимаемых группировкой сил гражданской защиты и районов развертывания пунктов управления;

подготовка и содержание путей движения (маневра), подвоза и эвакуации;

оборудование и содержание переправ через водные преграды;

продельвание проходов в инженерных заграждениях и разрушениях;

добыча и очистка воды, оборудование пунктов водоснабжения;

оборудование могильников для захоронения радиоактивных отходов и животных;

создание инженерных заграждений и производство разрушений.

Кроме задач инженерного обеспечения могут выполняться инженерные мероприятия:

по защите сил гражданской защиты и населения от воздействия различных видов оружия противника и вредных факторов разрушения потенциально опасных объектов;

по маскировке сил и объектов;

по обеспечению преодоления силами гражданской защиты районов затоплений и локализации очагов пожаров;

обеспечению выполнения аварийно-спасательных и неотложных работ в очагах поражения (разрушения).

Для выполнения инженерных и других специальных задач и мероприятий гражданской защиты, подготовки для этого сил и средств создаются службы гражданской защиты [2].

Службы гражданской защиты создаются и функционируют на республиканском, территориальном и объектовом уровнях. Для выполнения инженерных мероприятий, а также для инженерного обеспечения сил гражданской защиты при ликвидации чрезвычайных ситуаций создаются службы: транспортная служба, служба дорог и мостов, служба энергетики, Национальная гидрометеорологическая служба [2].

Они предназначены для расчистки завалов; устройства объездов, проездов, как на маршруте движения, так и на объекте ведения спасательных и неотложных работ, разборки заваленных и поврежденных зданий и сооружений [4].

Инженерная техника включает машины инженерного вооружения, инженерные машины из народного хозяйства, аварийно-спасательную технику (частично), подвижные ремонтно-эксплуатационные мастерские, передвижные электрические станции и агрегаты. Инженерную технику, разработанную специально для войск, принято называть военно-инженерной техникой.

Средства малой механизации (в основном аварийно-спасательный инструмент) включают:

гидравлический инструмент;

пневматический инструмент;

электрический инструмент;

мотоинструмент и др.

Обеспечение инженерной защиты населения и территорий в условиях чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени является важнейшей задачей органов управления всех уровней любого государства [6].

Мероприяття по зниженню розмірів ущерба, можливих втрат і руйнувань повинні здійснюватися заблаговременно, з урахування економічних можливостей і ступеня реальної небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій, виходячи з принципу необхідної достаточності і максимально можливого використання наявних сил і засобів [6].

Інженерна захиста вирішує завдання по забезпеченню захисту населення шляхом його укриття в захисних спорудах різних типів, а також шляхом встановлення захисних споруд (дамб, плотин і т. д.) і проведення інших інженерно-технічних заходів [3].

В сучасних умовах необхідно чітко представляти зміст і особливості виконання комплексу інженерно-технічних і організаційних заходів, направлених на розвиток і вдосконалення засобів і способів інженерної захисту населення, досягнення найбільш ефективних результатів в різних надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Закон Республіки Казахстан «О гражданской защите»;
2. Постановление Правительства Республики Казахстан от 19 ноября 2014 года № 1210 «Об утверждении перечня республиканских служб гражданской защиты»;
3. Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан от 24 октября 2014 года № 732 «Об утверждении объема и содержания инженерно-технических мероприятий гражданской обороны»;
4. Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан от 29 мая 2015 года № 129 «Об утверждении Методических рекомендаций по организации и ведению Гражданской обороны в городе (районе)»;
5. Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан от 24 октября 2014 года № 732 «Об утверждении объема и содержания инженерно-технических мероприятий гражданской обороны»;
6. Шульгин В.Н. Инженерная защита населения и территорий. Учебник. Под редакцией Пучкова В.А. – Екатеринбург: Деловая книга, 2010.

*М. В. Білошицький, к. хім. н., с.н.с, В. В. Ніжнік, к. т. н., Т. М. Скоробагатько,  
С. В. Семічасівський, О. М. Тесленко, УкрНДІЦЗ*

#### **ВИСВІТЛЕННЯ ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ ДСТУ Б.В.1.1-36:2016 У ПОСІБНИКУ ПО ПРАКТИЧНОМУ ЗАСТОСУВАННЮ ДСТУ Б.В.1.1-36:2016 ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЙ ПРИМІЩЕНЬ, БУДИНКІВ ТА ЗОВНІШНІХ УСТАНОВОК ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ**

На даний час закінчено роботи з розробки проекту Посібника по практичному застосуванню ДСТУ Б.В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою (далі – Посібник).

Основою для встановлення нормативних вимог до конструктивних та планувальних рішень на промислових об'єктах, а також інших питань забезпечення їх вибухопожежобезпеки є визначення категорій приміщень, будинків виробничого і складського призначення та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою [1,2,4,6-11].

Документ [1] встановлює методичні підходи з визначення категорій приміщень, будинків (або частин будинків у межах протипожежних відсіків) виробничого і складського призначення, а також зовнішніх установок за вибухопожежною і пожежною небезпекою.

У вказаному документі містяться певні відмінності від попереднього документа [8], які потребували роз'яснень і уточнень.

Беручи до уваги важливість питання правильного визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою за методичними підходами, викладеними в [1], розроблено проект Посібника по практичному застосуванню ДСТУ Б.В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

У Посібнику розглянуті розрахункові методи визначення категорій приміщень і будинків виробничого і складського призначення, а також зовнішніх установок за вибухопожежною і пожежною небезпекою, в яких обертаються горючі гази, легкозаймисті і горючі рідини, горючий пилю і тверді горючі матеріали і речовини, на конкретних прикладах.

Зокрема наведено приклади розрахунків категорії приміщень, в яких у технологічному процесі обертається горючий пилю у великій кількості, шляхом врахування маси пилю, що бере участь у вибуху, розрахованому за стехіометричною концентрацією його у повітрі.

Крім того, наведено приклади розрахунку категорії приміщення з постійно працюючої загальнообмінною та аварійною вентиляціями у разі обертання у приміщенні горючих газів або легкозаймистих і горючих рідин за умови виконання певних вимог [1] щодо забезпечення резервними вентиляторами,



автоматичним пуском у разі перевищення гранично допустимої вибухобезпечної концентрації речовин у повітрі та електропостачанням за I категорією надійності [3,5].

У *Посібнику* представлено приклади розрахунку пожежної навантаги у приміщеннях з важкогорючими речовинами і матеріалами у разі, якщо вони знаходяться разом з горючими речовинами і матеріалами. За вимогами [1] приміщення, в яких знаходяться виключно важкогорючі речовини слід відносити до категорії Д.

Наведено також розрахунки категорій приміщень для випадків, коли у технологічному процесі обертаються горючі рідини, що нагріті вище розрахункової температури, але не вище температури кипіння рідини.

Для визначення маси парів,  $m_{нар.}$ , кг, при випаровуванні рідини, що нагріта вище розрахункової температури, але не вище температури кипіння рідини за відсутності довідникових даних визначалась розрахунком питомо теплота випаровування.

У *Посібнику* також наведено приклади розрахунків приміщень за пожежною безпекою.

Для віднесення приміщення до категорій В або Д на прикладах показано використання критеріїв:

$$Q \geq 0,64 \cdot g_T \cdot H^2$$

де  $g_T$  - питома пожежна навантага, МДж  $\cdot$  м<sup>-2</sup>;  $H$  – мінімальна відстань від пожежної навантаги (окрім кабельних ліній) до нижнього пояса незахищених металевих ферм або перекриття (покриття).

$$g_o = \frac{Q}{F_{пн}}$$

де  $Q$  – пожежна навантага, МДж;  $F_{пн}$  - площа розміщення складових пожежної навантаги, м<sup>2</sup> (при розташуванні складових пожежної навантаги на площі меншій ніж 10 м<sup>2</sup>, для розрахунків приймається площа 10 м<sup>2</sup>).

Для визначення коефіцієнта  $\eta$ , який в подальшому використовується для визначення інтенсивності випаровування і маси парів горючих рідин, які потрапили у приміщення, у *Посібнику* використано розрахунок швидкості повітряного потоку.

Слід додати, що у *Посібнику* наведено розрахункові формули, рекомендації щодо підготовки вихідних даних для розрахунків та необхідні довідкові матеріали.

Даний *Посібник* призначений для надання практичної допомоги співробітникам проектних організацій, викладачам ВНЗ, а також інженерно-технічному персоналу, який займається розробкою заходів із забезпечення вибухопожежної і пожежної безпеки будинків, споруд та зовнішніх установок у процесі їх проектування, будівництва і експлуатації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 *Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою*;
2. ГОСТ 12.1.044-89 (СТ СЭВ 4831-84, СТ СЭВ 6219-88, МС ИСО 4589, СТ СЭВ 6527-88) *Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения*;
3. Правила улаштування електроустановок. вид. 3-є, перероб. і доп.; введ. 2009-01-01. - К.: Мінпаливенерго України, 2010. - 736 с.;
4. ДБН В.1.1-7-2002 *Захист від пожеж. Пожежна безпека об'єктів будівництва*;
5. НПАОП 40.1-1.32-01 *Правила будови електроустановок. Електро-обладнання спеціальних установок*;
6. СНиП 2.09.02-85\* *Производственные здания*;
7. СНиП 2.09.03-85\* *Сооружения промышленных предприятий*;
8. НАПБ Б.03.002-2007 *Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою*;
9. НАПБ Б.02.013-2003 *Положення про порядок розроблення, затвердження, перегляду, скасування та реєстрації нормативно-правових актів з питань пожежної безпеки*;
10. *Посібник щодо застосування НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою»*;
11. СП 12.13130.2009 *Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности*.

## ВИЗНАЧЕННЯ ДІЙСНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН ПРИ ВИКОРИСТАННІ ДАТЧИКІВ-ГАЗОАНАЛІЗАТОРІВ

Постановка проблеми. Розвиток технологій виробництва, транспорту, енергетичної сфери зумовлює існування та появу нових об'єктів, які можна віднести до об'єктів підвищеної небезпеки та відповідно до потенційно небезпечних об'єктів. [1, 2].

Логічним є існування потреби в обладнанні об'єктів підвищеної небезпеки такими технічними системами та комплексами які б дозволили виявляти надзвичайні ситуації на таких об'єктах та оповіщати про них, як персонал об'єкту, так і при потребі населення, що проживає у прогнозованих зонах ураження небезпечними чинниками потенційно небезпечних об'єктів.

Системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та виявлення надзвичайних ситуацій, як правило, мають в своєму складі окрім системи контролю гранично допустимих концентрацій хімічних вибухонебезпечних сумішей (газоаналізатори) та систем контролю гранично допустимих концентрацій хімічнонебезпечних газоподібних речовин (хлор, аміак тощо) метеостанції, які здатні контролювати такі параметри, як температура повітря, вологість, тиск, швидкість та напрям вітру, наявність чи відсутність осадів тощо. Ці фактори можна віднести до факторів стану середовища об'єкта  $A$ . До факторів постійного впливу  $P$  відносяться параметри розташування об'єкту на місцевості, конфігурація об'єкту, вплив повторюваності напрямку вітрів, рельєф місцевості. Також на достовірність відображення інформації про концентрацію хімічних речовин може впливати технічний стан обладнання, технологічність процесів, якість виконання профілактичних робіт, присутність ініціаторів запалювання та інші фактори технічного характеру  $T$ .

Таким чином, задача дослідження полягає у визначенні дійсної концентрації хімічної речовини  $C$  в залежності від показників датчиків-газоаналізаторів  $C_{датч}$ , факторів стану середовища  $A$ , факторів постійного впливу  $P$ , різноманітних технічних факторах  $T$ :

$$C = G(C_{датч}, A, P, T), \quad (1)$$

де:

$A = (a_1, a_1, a_1, \dots, a_n)$  - фактори стану середовища;

$P = (p_1, p_1, p_1, \dots, p_n)$  - фактори постійного впливу;

$T = (t_1, t_1, t_1, \dots, t_n)$  - технічні фактори.

Процес розв'язання задачі ідентифікації (1) має декілька етапів. На першому з них необхідно визначити вид залежності (1) або розв'язати задачу структурної ідентифікації. Зважаючи на значну кількість аргументів шуканої залежності та їх представлення, розв'яжемо її з використанням нейронних мереж. Враховуючи той факт, що висновки експертів задаються нечітко, а також є суперечливими, необхідно здійснювати оптимізацію параметрів моделі, або, що те ж саме, розв'язувати задачу параметричної оптимізації. Традиційними є дві відповідні технології: визначення оптимальних значень за допомогою градієнтних методів навчання нейромереж і еволюційних методів оптимізації.

Ідентифікація залежності (1) не може бути практично здійсненою з достатньою точністю, оскільки на результуючу характеристику впливають крім перерахованих аргументів ще і значна кількість додаткових та випадкових факторів.

Безперечно актуальною є розробка такої системи раннього виявлення надзвичайних ситуацій, яка б давала змогу виявляти можливість виникнення надзвичайної ситуації враховуючи значення початкових відхилень параметрів технологічних процесів, зовнішні фактори навколишнього середовища тощо. Подальшими перспективами досліджень вбачаються розробка структури та моделей роботи бази даних систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» //Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2001, N 15, ст.73
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. N 956 «Про ідентифікацію та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки.

В. М. Капцевич,<sup>1</sup> д. т. н., профессор, П. С. Чугаев,<sup>1</sup> Д. М. Булыга,<sup>2</sup> В. К. Корнеева,<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
<sup>2</sup>Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации»  
 Университета гражданской защиты МЧС Беларуси

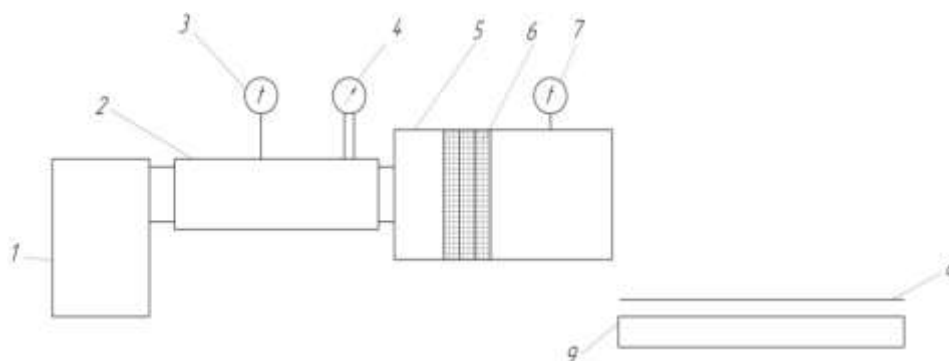
## ИСПЫТАНИЯ ИСКРОГАСИТЕЛЯ ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

В 2016 году при проведении уборочной компании на полях Беларуси произошло около 50 случаев возгорания. От огня пострадала техника: 8 комбайнов и тракторов. По заявлениям Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь причинами пожаров является нарушение требований нормативно-правовым актам (НПА) [1]. С большой вероятностью можно предположить, что причинами возникновения этих пожаров могли быть отсутствие искрогасителя, либо его неисправность или неправильная эксплуатация

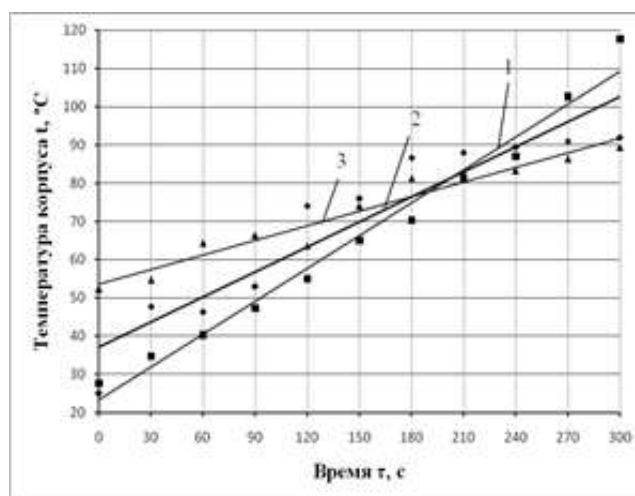
Согласно, НПА действующим в Республике Беларусь [2], на системах выпуска отработанных газов двигателей самоходных шасси, косилок, тракторов, автомобилей, комбайнов должны быть установлены искрогасители. Их отсутствие или неисправность приводит к серьезным и чрезвычайным последствиям, связанным с пожарами на полях во время уборки зерновых культур, заготовке грубых кормов, т. к. солома и ворох представляет собой легковоспламеняющуюся массу.

Искрогасители, устанавливаемые на выхлопные системы подразделяют на динамические и фильтрационные [3]. Разновидностью фильтрационных искрогасителей являются сетчатые искрогасители

Для определения эффективности их работы использовалась установка (рисунок 1), состоящая из паяльной лампы, переходника с прибором для контроля температуры и дифференциальным манометром, корпуса с установленном в нем сетчатым материалом огнепреградителя и прибором для контроля температуры, поддона для легковоспламеняющейся жидкости (ЛВЖ) с крышкой.



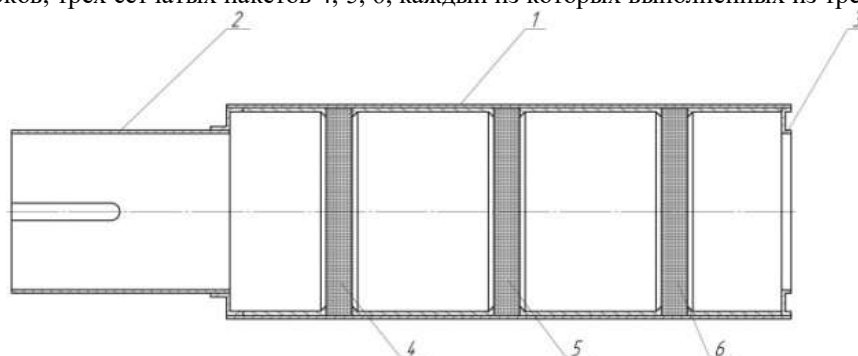
**Рисунок 1 – Схема установки для определения огнепреграждающей способности:**  
 1 – паяльная лампа, 2 – переходник, 3 – пирометр, 4 – дифференциальный манометр, 5 – корпус для установки сетчатого материала, 6 – сетчатый материал, 7 – пирометр, 8 – крышка поддона, 9 – поддон с ЛВЖ



**Рисунок 2 – Графические зависимости температуры корпуса для установки сетчатого материала с шагом плетения 1000 мкм по времени:** 1 – корпус без сетчатого материала, 2 – установка сетчатого материала под углом 90°, 3 – установка сетчатого материала под углом 60°

Результаты измерений изменения температуры корпуса искрогасителя без сетчатого материала и с сетчатым материалом, расположенным под углом 90 и 60° приведены на рисунке 2.

На основании проведенных лабораторных исследований разработана конструкция [3] и был изготовлен натуральный образец сетчатого искрогасителя. Искрогаситель (рисунок 2) состоит из корпуса 1, входного 2 и выходного 3 патрубков, трех сетчатых пакетов 4, 5, 6, каждый из которых выполнен из трех сеток.



**Рисунок 2 – Схема натурального образца сетчатого искрогасителя**  
1 – корпус, 2 – входной, 3 – выходной патрубки и 4, 5, 6 – сетчатые пакеты

Натурные испытания искрогасителей проводились в ГП «Мостовская сельхозтехника» Мостовского района Гродненской области. Особенностью испытаний является проведение их на работающей мобильной сельскохозяйственной технике на сельскохозяйственных объектах.

Искрогаситель с тремя пакетами алитированных сеток был установлен на тракторе МТЗ-82 (рисунок 3), который выполнял работы по транспортировке урожая пшеницы, агрохимические работы по известкованию кислых почв и внесению удобрений.



**Рисунок 3 – Искрогаситель (выхлопная система МТЗ-80)**

Испытания подтвердили работоспособность искрогасителя в реальных условиях при работе мобильной сельскохозяйственной техники на сельскохозяйственных объектах. Искрогаситель обеспечивает задержку и гашение искр и пламени в выхлопной системе двигателей внутреннего сгорания, не снижает мощность двигателя транспортного средства

**Заключение.** В работе рассмотрены методы проведения испытаний искрогасителей для определения их эффективной и надежной работы. Предложена и апробирована новая конструкция универсального сетчатого искрогасителя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Режим доступа <http://www.ctv.by/po-sravnениyu-s-2015-godov-kolichestvo-pozharov-vo-vremya-zhatvy-v-belarusi-sokratilos-na-20> - Дата доступа 18.08.2016.
2. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь: ППБ Беларуси 01-2014. – Введ. 01.06. 2014. – Минск, 2014. – 200 с.
3. Огнепреградители сухие и искрогасители. Общие технические требования. Методы испытаний НПБ 34-2002. – Введ. 01.01.2003. – Минск: НИИПБиЧС, 2003. – 15 с.
4. Искрогаситель: пат. 10792 Республика Беларусь, МПК F 01N 3/06 / Капцевич В.М., Сигневич В.В., Булыга Д.М., Чугаев П.С., Лисай Н.К., Закревский И.В. - № u 20150122; заявл. 06.04.2015; опубл. 30.10.2015.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

У [1-3] вказано, що транспортні засоби повинні забезпечувати безпеку людей, які користуються транспортними засобами чи беруть участь у дорожньому русі. Важливим елементом загальної безпеки зазначених транспортних засобів (далі – ТЗ) є їхня пожежна безпека. Пожежі, що виникають на ТЗ, відносяться до надзвичайних ситуацій техногенного характеру, які супроводжуються виходом їх з ладу, і досить часто, призводять до загибелі або травмування людей та значних матеріальних втрат. Варто відмітити, що в Україні у 2015 році, порівняно з 2000 роком, кількість пожеж даного роду зросла у 1,8 рази, а прямі матеріальні збитки – у 14 разів!

Причини виникнення пожеж обумовлені конструктивними та технологічними особливостями, наявністю легкозаймистих та горючих рідин (паливо-мастильних, охолоджуючих і гальмівних рідини) і матеріалів (пластмаси, штучна шкіра, поролон, синтетичні речовини, тканини тощо), рівнем контролю за технічним станом, умовами експлуатації, роком випуску ТЗ, тощо [4]. Відомо, що на величину наслідків від пожеж (загибель та травмування людей, матеріальні збитки) впливає ефективність системи протипожежного захисту. Найбільшого розповсюдження у наявних системах протипожежного захисту ТЗ отримали переносні вогнегасники (далі – вогнегасники).

На підставі аналізу нормативно-правових актів, які стосуються автомобільного і міського електричного транспорту, а саме Законів України «Про транспорт» [1], «Про автомобільний транспорт» [2], «Про дорожній рух» [3], «Правил дорожнього руху» затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 10 жовтня 2001 р. № 1306 [5], їх дозволяється використовувати, лише відповідно до вимог безпеки перевезення, охорони праці та екології, а також наявності укомплектованого та працездатного вогнегасника. Згідно з пунктом 3.6.1 «Правил експлуатації трамвая та тролейбуса» [6] передбачається, що «підготовлений до випуску на лінію трамвайний вагон або тролейбус повинен бути екіпірований вуглекислотним (порошковим) вогнегасником або ящиком (мішечком) із сухим піском». Детальні вимоги щодо оснащення ТЗ вогнегасниками наведено у [7].

Разом з тим, як свідчить статистика пожеж, використання вогнегасників є недостатньо ефективним через: ізоляцію простору, де виникла пожежа (моторний, паливний, багажний відсік); важкодоступністю до осередку пожежі в наслідок блокування дверей, капота, що властиво під час дорожньо-транспортної пригоди, коли деформований кузов ТЗ; стрімким розвитком пожежі, і як наслідок, утрудненням, а деколи і неможливістю застосувати вогнегасник на початковій стадії горіння; неможливістю застосування вогнегасника при виникненні пожежі під час руху, а також в разі відсутності водія під час стоянки ТЗ на парковках; необізнаністю водіїв і пасажирів з практичними навиками застосування сучасних взірців вогнегасників.

Варто відмітити, що зазначені вище нормативно-правові акти не повною мірою враховують сучасний стан ТЗ з точки зору пожежної небезпеки, не враховують класифікацію ТЗ згідно з [8], а також не передбачено укомплектування вогнегасниками колісних транспортних засобів категорії L. Разом з тим не передбачено використання автоматичних установок виявлення та гасіння пожежі на колісних транспортних засобах.

**Висновки.** З урахуванням вищевикладеного, можна стверджувати, що в Україні нормативно-правова база, що регламентує вимоги до протипожежного захисту ТЗ зокрема, оснащення вогнегасниками, не відповідає умовам сьогодення і потребує перегляду та внесення змін.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Закон України № 233/94-ВР від 10.11.1994 р. Про транспорт: за станом на 13.05.2010 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во., 2010. – 15с. – (Бібліотека офіційних видань).
2. Закон України № 3492-IV від 23.02.2006 р. Про автомобільний транспорт: за станом на 04.07.2013 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во., 2013. – 69с. – (Бібліотека офіційних видань).
3. Закон України № 2953-XII від 28.01.1993 р. Про дорожній рух: за станом на 04.07.2013 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во., 2013. – 32с. – (Бібліотека офіційних видань).
4. Гудим В. І. Аналіз систем та агрегатів автотранспортних засобів за рівнем пожежної небезпеки / В. І. Гудим, А. Ф. Гаврилюк // Пожежна безпека: 36. наук. праць – Л.: ЛДУ БЖД, 2013. – № 23. – С. 58-63.
5. ПКМУ №1306 від 10.10.2001р. «Про правила дорожнього руху»
6. Правила експлуатації трамвая та тролейбуса (затверджені наказом Державного Комітету України по житлово-комунальному господарству від 10.12.96 № 103, зареєстровані Міністерством юстиції України 06.03.97 за № 66/1870).
7. ПКМУ № 394 від 03.09.2009р. «Про внесення змін до постанов Кабінету Міністрів України від 8 жовтня 1997 р. № 1128 і від 10 жовтня 2001 р. № 1306».
8. ПКМУ №1166 від 22.12.2010р. «Про єдині вимоги до конструкції та технічного стану колісних транспортних засобів, що експлуатуються».

## ДОСЛІДЖЕННЯ КРИПТОГРАФІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ КОНФІДЕНЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ДСНС УКРАЇНИ

Якщо раніше проблема захисту інформації була актуальною тільки для спеціальних служб, то згодом вона стала актуальною для всіх організацій, підприємств та відомств, в тому числі й для Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС України)[1], де оперативність, достовірність і конфіденційність інформації має величезне значення для безпеки людей та гарантування національної безпеки в цілому.

За останні декілька десятиліть почала зростати небезпека втручання в роботу інформаційних систем для несанкціонованого зчитування інформації. Значення та вагомість наслідків таких втручань з часом збільшилися настільки, що навіть розвинені держави, їх промислові та фінансові структури стали заручниками своїх інформаційних технологій.

Однією із складових інженерно-технічного напрямку захисту інформації є криптографічні засоби захисту – апаратні, програмні та програмно-апаратні засоби, які реалізують захист інформації за допомогою криптографічних перетворень, які, в свою чергу, є основою криптографічних методів, що створюються з метою виключення несанкціонованого доступу до інформації та її незаконного отримання.

В основі криптографічних методів лежить поняття криптографічного перетворення інформації, виробленого за певними математичними законами, з метою виключити доступ до даної інформації сторонніх користувачів, а також з метою забезпечення неможливості безконтрольної зміни інформації з боку тих же самих осіб.

В результаті обчислювального експерименту за допомогою спеціального програмного забезпечення [2] було знайдено групу трирозрядних логічних функцій, на основі яких будуються операції криптографічного перетворення, які не досліджувалися раніше. Для спрощення процесу дослідження елементарні функції криптографічного перетворення було класифіковано на прямі та обернені елементарні функції.

Встановлено, що елементарні функції розширеного матричного перетворення включають в себе лінійну й нелінійну складові.

Загальний вираз для отримання елементарних функцій криптографічного перетворення:

$$f = \hat{x}_i \cdot \hat{x}_j \vee \hat{x}_i \cdot \hat{x}_l \vee \bar{\hat{x}}_i \cdot \bar{\hat{x}}_j \cdot \bar{\hat{x}}_l,$$

де - змінні, що можуть набувати прямих або інверсних значень.

Як видно з даного виразу, лінійна складова представлена одним аргументом, який додається по модулю до логічного добутку двох інших аргументів, який є нелінійною складовою елементарної функції. Дані логічні умови й стали підґрунтям розробки методу синтезу елементарних функцій розширеного матричного криптографічного перетворення, на основі яких будуються операції криптографічного перетворення для систем захисту інформації [3].

Результати програмної реалізації методу на основі операцій розширеного матричного представлення було оцінено за допомогою статистичних тестів NIST Statistical test Suite (NIST STS) [3]. Сьогодні методика тестування, запропонована NIST STS є найбільш поширеною у розробників криптографічних засобів захисту інформації.

Для проведення якісного аналізу статистичних характеристик результатів шифрування з використанням операцій розширеного матричного криптографічного перетворення було проведено тестування не випадкової монотонно зростаючої послідовності з циклом повторення 64 байти та текстового файлу. Результати тестування описаних послідовностей вказані в табл. 1.

Табл. 1. Оцінка програмної реалізації операцій розширеного матричного перетворення (РМП)

Об'єкти тестування	Кількість тестів, у яких тестування пройшли більше 99 % послідовностей	Кількість тестів, у яких тестування пройшли більше 96 % послідовностей
Генератор RANDOM-РМП	127 (68 %)	189 (100 %)
Криптографічне перетворення не випадкової монотонно зростаючої послідовності з циклом повторення 64 байти на основі операцій РМП	132 (70 %)	189 (100 %)
Криптографічне перетворення текстового файлу на основі операцій РМП	127 (68 %)	189 (100 %)

Отримані результати реалізації операцій розширеного матричного криптографічного перетворення показали, що метод захисту інформаційних ресурсів ДСНС України на основі розширених матричних операцій криптографічного перетворення відповідає вимогам програмного пакета статистичного тестування NIST STS.

Отже, оцінка якісних показників показала, що використання отриманих операцій забезпечує підвищення криптостійкості та швидкості реалізації алгоритмів криптографічного захисту інформації залежно від задач проектування.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Сучасні телекомунікаційні мережі у цивільному захисті : підручник/ [Щербак Г.В., Мельнікова Л.І., Рубан І.В., Садовий К.В., Сумцов А.В.] –Х., 2007. –255 с.
2. Миронець І.В. Методики синтезу функцій декодування на основі спеціалізованих логічних функцій / І.В. Миронець, В.Г. Бабенко // Проблеми інформатизації: зб. тез доп. Міжнар. наук.-техн. семінар. – Черкаси, 2009. –Вип. 1 (3). –С. 47-50.
3. Мельник Р.П. Застосування операцій розширеного матричного криптографічного перетворення для захисту інформації / Р.П. Мельник // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2012. – Вип. 9 (107). –С. 145-147.
4. Бабенко В.Г. Класифікація трирозрядних елементарних функцій для криптографічного перетворення інформації / В.Г. Бабенко, О.Г. Мельник, Р.П. Мельник // Безпека інформації. –2013. –Т. 19, № 1. –С. 56-59.

*М. Б. Григор'ян, к. т. н., С. В. Гончар, В. М. Кришталь, В. О. Секрет  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗУ*

#### ПРОВЕДЕННЯ ОПЕРАТИВНО-ПОШУКОВИХ РОБІТ ТА РОЗВІДКИ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Як показує світовий досвід, застосування БПЛА було пов'язане з виконанням бойових завдань: повітряна розвідка, нанесення ударів з повітря, коректування артилерійського вогню, радіоелектронна боротьба тощо. Такі можливості обумовлені дальністю їх дій на відстань тактичної, оперативної та стратегічної глибини. Пріоритет у розвитку БПЛА був обумовлений як питаннями економічної ефективності, так і питаннями максимального використання новітніх технічних можливостей таких літальних апаратів, що було неможливим для пілотованої авіаційної техніки в зв'язку з існуванням у льотчика фізіологічної межі. Згодом активне поширення різноманітних за розмірами та функціональним призначенням БПЛА в цивільній сфері дозволило розглянути питання їх застосування для вирішення завдань, пов'язаних із забезпеченням потрібного рівня пожежної безпеки та ліквідацією пожеж. В Україні активне застосування різноманітних аматорських БПЛА відбувалось під час ведення бойових дій у південно-східному регіоні нашої країни та продовжує відбуватися в зоні проведення антитерористичної операції.

На теперішній час на технічному забезпеченні українських пожежних не має спеціалізованих комплексів БПЛА, незважаючи на те, що ці засоби стали досить доступні за ціновою політикою, хоча деякі приклади їх аматорського застосування є – під час пожеж під Києвом, а також в інтересах комплексного вивчення місць горіння торф'яників на Чернігівщині.

Дослідження питання застосування БПЛА в інтересах виконання розвідки пожеж і місць їх імовірного виникнення вимагає таких дій: уточнення завдань розвідки та вимог, що до неї висуваються; визначення вимог до БПЛА як засобу ведення розвідки; визначення способів застосування БПЛА під час виконання завдань розвідки. Розвідка пожежі – це один з надважливих видів забезпечення дій пожежно-рятувальних підрозділів. Метою проведення розвідки вважається отримання даних, що будуть використані для визначення ступеню загрози людям, правильної оцінки обстановки на пожежі та прийняття відповідного рішення щодо ліквідації пожежі. До завдань розвідки, для виконання яких доцільно застосовувати комплекси БПЛА, слід віднести: виявлення місць (накопичення пожеженебезпечного сміття, наявність великих площ сухої трави чи сухого лісу тощо) імовірного виникнення пожежі; виявлення джерел загоряння на місцевості та появи диму; встановлення місцезнаходження людей і тварин, визначення існуючої їм загрози від пожежі, а також шляхів і способів евакуації; визначення місця та розмірів пожежі, об'єктів горіння, а також напрямів та динаміки розповсюдження вогню; спостереження за процесом гасіння пожежі; виявлення місць імовірних руйнувань та обвалень; визначення можливих шляхів і напрямів введення та переміщення сил і засобів для ліквідації пожежі; визначення необхідності евакуації матеріальних цінностей, крупного домашнього скота, шляхів і способів їх евакуації; оцінка результатів гасіння пожежі; оцінка збитків від пожеж тощо. При виконанні завдань розвідки треба враховувати час доби та пору року, а також стан турбулентності атмосфери у тій зоні повітряного простору, де буде використовуватися БПЛА для виконання завдань розвідки. Ефективність розвідувальних заходів буде, як завжди, залежати від виконання низки вимог, основними з яких є оперативність, безперервність, активність, достовірність і цілеспрямованість. У тих випадках, коли виникає небезпека

ураження значної зони території катастрофами, викликаними техногенними, терористичними або природними факторами, БПЛА оперативно надає інформацію про вигляд пожеж, ділянки їх локалізації, швидкості вогню, можливих напрямках розповсюдження, в тому числі в напрямку населених пунктів, виробничих об'єктів і місць з підвищеними характеристиками пожежонебезпеки (торфовища, лісозаготівельні та деревообробні пункти). Це дозволяє керівнику гасіння пожежі направляти в найбільш небезпечні місця загоряння технічні засоби, пожежну техніку і бойовий розрахунок.

Оцінюючи фінансові аспекти використання БПЛА, можна відзначити, що ціна години експлуатації в п'ять разів нижче в порівнянні з традиційними засобами авіаційної охорони лісів (вертольоти і літаки). Інноваційними способами повітряної розвідки є оснащення БПЛА спеціальними датчиками, що працюють у мікрохвильовому і інфрачервоному режимах. Додатково до них необхідно монтувати тепловидикувач, який дозволить визначити межі палаючої площі та розміри зони активної дії полум'я. Управління апаратами здійснюється зі станцій наземного управління. При виникненні ситуацій, коли розвідка проводиться в особливо небезпечних для людини умовах, що відрізняються підвищеною радіоактивною і хімічною небезпекою, зазвичай застосовуються вертолітні БПЛА, які пересуваються з відносно невисокою швидкістю і можуть чітко фіксувати всі зміни на досліджуваній площі.

**Висновки.** Настав час активного застосування підрозділами ДСНС комплексів БПЛА, як вертолітного, так і літакового типів для оперативного вирішення низки завдань, пов'язаних з виконанням завдань розвідки пожеж. Прийняття в найближчому майбутньому до складу системи технічного забезпечення пожежно-рятувальних підрозділів комплексів БПЛА є питанням актуальним, своєчасним і має великі перспективи.

**Перспективи подальших досліджень.** Подальші дослідження мають відбуватися за такими напрямками: розробка чи закупівля готових комплексів БПЛА, здатних виконувати різні завдання, дослідження можливостей застосування багатофункціональної апаратури на борту БПЛА для забезпечення повноти інформації про пожежі, створення системи підготовки фахівців з питань застосування, експлуатації та ремонту комплексів БПЛА, як окремого напрямку підготовки; створення навчального полігону для підготовки та допідготовки операторів БПЛА; створення спеціалізованих підрозділів у складі пожежно-рятувальних частин діяльність, яких буде пов'язана з використанням БПЛА.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Застосування безпілотних літальних апаратів у воєнних конфліктах сучасності / [Ю.К. Зіатдінов, М.В. Куклінський, С.П. Мосов, А.Л. Фещенко та ін.]. – К.: Вид. дім “Києво-Могилянська академія”, 2013. – 248 с.
2. Василян Н.Я. Беспилотные летательные аппараты / Н.Я. Василян. – Минск: ООО “Попурри”. – 2003. – 272 с.
3. Руснак І.С. Безпілотна авіація у сфері цивільного захисту України. Стан і перспективи розробки та застосування / І.С. Руснак, В.В. Хижняк, В.І. Семець. – Наука і оборона. – 2014. – №2. – 34-39.
4. Чумаченко С.М. Аналіз ефективності застосування безпілотної авіації в надзвичайних ситуаціях агропромислового комплексу України / С.М. Чумаченко, Л.А. Пісня, І.А. Черепньов. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?C21](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21)
5. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show5-12>.
6. Мосов С.П. Класифікація видів та завдання розвідки в системі цивільної оборони України // Збірн. наук. праць Центру воєнно-стратегічних досліджень НУОУ. – 2010. – №2. – С.28-32.

*П. І. Заїка, к. т. н., доцент, Н. П. Заїка, Н. П. Кравець, С. С. Назарець,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗУ*

#### ОСОБЛИВОСТІ БУДІВНИЦТВА БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

З кожним роком в нашій країні збільшується кількість будівництв різноманітних будинків та споруд різного призначення. Особливу увагу звичайно приділяють будівництву житлових будинків та розважальних комплексів. Але оскільки будівництво, наприклад, житлового будинку, потребує величезних вкладань коштів, то забудовники намагаються знайти вихід із даного становища, шляхом збільшення кількості квартир у цьому будинку, у зв'язку з цим збільшується їх поверховість. Якщо раніше будували 9-ти поверхові будівлі, то на даний час можемо спостерігати будівлі висота яких сягає за 100м. У спорудах з такою висотою звісно буде розміщено багато житлових приміщень. Але такі будівлі зацікавлюють і торговельну сферу, а також громадську діяльність. Тобто в цій будівлі можуть бути розміщені заклади торгівлі, банки, культурно - розважальні заклади, банки та інші заклади. Будівлі, які поєднують у собі комплекс житлових та торговельних споруд мають назву багатофункціональних житлових комплексів (БФЖК).

Згідно з [1], **багатофункціональний комплекс** - комплекс, який формується з приміщень, їх груп, будинків та споруд різного громадського і житлового призначення, поєднання яких обумовлене



експлуатаційними потребами, економічною доцільністю і містобудівними вимогами.

В нашій країні поки лише поодинокі житлові комплекси можуть носити назву дійсно багатофункціональних, що пропонують своїм мешканцям не тільки житлові квартири, але і розвинену інфраструктуру. Зазвичай подібні комплекси спеціалізуються на двох напрямках. Так великий розвиток отримали торгово-житлові комплекси, готельно-ділові, торгово-розважальні, офісно - ділові поєднання. Куди рідше зустрічаються з'єднання житлового та готельного або офісного напрямку.[2]

Будівництво таких масштабних об'єктів що поєднують кілька функцій, вимагає від забудовника і проектувальника особливо уважного ставлення до виконання всіх правил безпеки, звуко- і шумоізоляції. Також пред'являються особливі вимоги і до планування самих будинків: чітке розділення входів, для потоків жителів і для відвідувачів об'єктів комплексу, наявність надземних і підземних паркінгів, а також виділення зручних розвантажувальних площадок для торгових точок.[2]

Найбільш масштабні БФЖК збудовані у м. Києві, Дніпро, Харкові, інших великих містах України. Багато з них ще в стадії будівництва.

Проте, величезним недоліком багатофункціональних комплексів, які будуються в містах, є їх висотність. Адже їх поверховість може сягати до 35 поверхів. Проблема гасіння пожеж у висотних будівлях є однією з найбільш актуальних для пожежно-рятувальних підрозділів у великих мегаполісах України. Висотки мають підвищений ступінь потенційної небезпеки, в порівнянні зі звичайними будівлями, і сили і засоби пожежної охорони залучаються за підвищеним номером виклику.[3]

Можливі пожежі і різні небезпечні ситуації на таких об'єктах можуть призвести до великих людських жертв, великого матеріального збитку, а також викликають суспільний резонанс. Тому актуальність проблеми забезпечення пожежної безпеки "висоток" не викликає сумніву.

Особливостями пожежної небезпеки висотних будівель є:

- швидке розповсюдження пожежі та її небезпечних факторів по об'єму будівлі, вертикальним комунікаціям і фасадам;
- складність і тривалість гасіння, пов'язана з труднощами подачі засобів гасіння та доступу пожежних підрозділів за рахунок великої висоти;
- тривалий час евакуації людей.[4]

Однак, незважаючи на очевидні складнощі забезпечення пожежної безпеки у висотних будівлях, їх будівництво набирає досить інтенсивних обертів.

До того ж існують проблеми щодо невиконання всіх вимог правил пожежної безпеки під час проектування та будівництва. Є значні проблеми в організації експлуатації систем протипожежного захисту в житлових будинках, відсутні спеціальні інженерні служби з технічного обслуговування зазначених систем. Нерідко мешканці самовільно проводять реконструкцію своїх квартир без врахування вимог безпеки, що знижує пожежну безпеку осель.

Щоб виправити положення, щодо порушень пожежної безпеки необхідно посилити ефективність нагляду за проектуванням та будівництвом даних споруд.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В 2.2.9-2009. Громадські будинки та споруди.
2. Ганна Сєдих - Переваги і недоліки різних видів багатофункціональних житлових комплексів. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <http://www.cre8tivez.org/nedvijimost/perevagi-i-nedoliki-riznih-vidiv-bagatofunktsional-nih-zhitlovih-kompleksiv/>
3. Е.Е. Кирюханцев, В.Н. Иванов. О повышении эффективности тушения пожаров в высотных зданиях.
4. Е.Е. Кирюханцев, В.Н. Иванов. Проблемы пожарной безопасности высотных зданий и пути их решения. Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности". Выпуск № 4 (50), 2013 г. [Електронний ресурс]/ Режим доступу : <http://ipb.mos.ru/ttb>.

*О. В. Кириченко, д. т. н., с. н. с., П. И. Заика, к. т. н., доцент, О. Н. Ковшоа,  
Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля НУЦЗ Украины*

#### РАСЧЁТ ТЕМПЕРАТУРЫ И СОСТАВА ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ НИТРАТНО-МАГНИЕВЫХ СМЕСЕЙ

Термодинамические расчеты процессов горения различных систем, нашедших широкое применение в изделиях различного назначения (пороха, взрывчатые вещества, твердые ракетные топлива и др.) [1-3], позволяют рассчитывать температуру, состав и свойства продуктов сгорания, прогнозировать пределы горения систем по соотношению исходных компонентов и тепловыделению в зависимости от состояния окружающей среды, судить о степени химической равновесности в продуктах сгорания или обеспечивать ее заданный уровень на выходе в окружающую среду.

Вследствие сложности расчета характеристик продуктов сгорания металлизированных конденсированных систем (МКС) (изменение состава газовой фазы, обусловленное горением и испарением частиц металла) термодинамические расчеты температуры, состава и свойств продуктов сгорания МКС возможны при идеализации процесса горения.

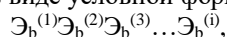
На близость процесса горения МКС к идеальному указывают результаты проведенных исследований [4] систем металл + окислитель с добавками органических веществ.

Целью расчета является разработка приближенных методов термодинамического расчета температуры и состава продуктов сгорания МКС указанного типа, позволяющих на стадии проектирования изделий прогнозировать возможные пределы горения МКС, которыми снаряжаются эти изделия по соотношению компонентов (коэффициенту избытка окислителя  $\alpha$ ), и тем самым предсказывать их пожароопасные свойства в условиях повышенных температур и давлений.

При достаточно высоких температурах многокомпонентная гетерогенная смесь продуктов сгорания (смесь газов и конденсированных веществ) практически находится в химическом равновесии, и состав ее может быть определен из термодинамического расчета.

Термодинамический расчет равновесной температуры и состава продуктов сгорания выполняется при следующих допущениях: все газы идеальны и их термодинамические функции не зависят от давления; между газообразными и конденсированными компонентами существует фазовое равновесие; конденсированные продукты не образуют между собой растворов и сплавов; объем конденсированных веществ в продуктах сгорания пренебрежимо мал.

Исходный состав МКС обычно задается в виде условной формулы:



где:  $\text{Э}^{(i)}$  - символ  $i$ -го химического элемента;

$b_i$  - количество атомов  $i$ -го химического элемента в условной формуле МКС.

В общем случае система уравнений, определяющая равновесную температуру и состав продуктов сгорания, должна включать в себя уравнение материального баланса, уравнение электронейтральности, уравнение закона действующих масс, уравнение закона Дальтона и уравнение закона сохранения энергии.

Запишем эти уравнения для гетерогенной смеси продуктов сгорания, состав которой ищем в мольных долях  $X_j$ :

$$X_j = \frac{M_j}{M} \quad (1)$$

где:  $M_j$  - число молей компонента  $j$  в продуктах сгорания;

$M$  - общее число молей продуктов сгорания.

Уравнение материального баланса:

$$M \sum_i (X_i + X_{ik}) + M \cdot \sum_j a_{vj} (X_j + X_{jk}) - b_i = 0 \quad (2)$$

где:  $a_{ij}$  - количество атомов  $i$ -го химического элемента в одной молекуле вещества  $j$ ;

$X_i, X_{ik}$  - мольная доля независимого (здесь атомарного) компонента  $i$  в газовой и конденсированной фазе продуктов сгорания соответственно;

$X_j, X_{jk}$  - мольная доля компонента  $j$  в газовой и конденсированной фазе продуктов сгорания соответственно.

Уравнение электронейтральности:

$$\sum_i a_{ei} X_i + \sum_j a_{ej} X_j = 0, \quad (3)$$

где:  $a_{ei}, a_{ej}$  - кратность ионизации.

Уравнение закона действующих масс:

для газообразных компонентов, имеющих конденсированную фазу:

$$X_i = A^{-1} \cdot P_i^{\text{насыщ}}(T), \quad (4)$$

$$X_j = A^{-1} \cdot P_j^{\text{насыщ}}(T), \quad (5)$$

где:  $P$  - общее давление;

$K_j(T)$  - константа равновесия реакции образования компонентов  $j$  из атомарных компонентов  $i$ , являющаяся функцией температуры  $T$ .

Уравнение закона Дальтона

$$\sum (X_i + X_{ik}) + \sum (X_j + X_{jk}) - 1 = 0 \quad (6)$$

Уравнение закона сохранения энергии:

$$\sum [X_i I_i(T) + X_{ik} I_{ik}(T)] + \sum [X_j I_j(T) + X_{jk} I_{jk}(T)] - I_m = 0 \quad (7)$$

где:  $I_m$  - полное теплосодержание исходной смеси при нормальной температуре;

$I_i(T), I_{ik}(T), I_j(T), I_{jk}(T)$  - полное теплосодержание соответствующего компонента в продуктах сгорания при равновесной температуре горения.

Для расчета параметров адиабатического процесса расширения продуктов сгорания в сопле к указанным уравнениям (1) - (7) добавляется уравнение, характеризующее равенство энтропии продуктов сгорания в камере и в заданном сечении сопла:

$$\sum [X_i S_i(T_a) + X_{ik} S_{ik}(T_a)] + \sum [X_j S_j(T_a) + X_{jk} S_{jk}(T_a)] - S = 0, \quad (8)$$

где:  $S$  - энтропия продуктов сгорания в камере;

$T_a$  - температура в заданном сечении сопла;

$S_i(T_a), S_{ik}(T_a), S_j(T_a), S_{jk}(T_a)$  - энтропия соответствующего компонента в продуктах сгорания при температуре  $T_a$ .

Входящие в уравнения (3) - (6) величины  $K(T), P^{насыщ}(T), I(T)$  и  $S(T)$  характеризуют термодинамические свойства веществ - продуктов сгорания. В существующей справочной литературе [4, 5] эти величины представлены в зависимости от температуры.

Система уравнений (1) - (7) для определения равновесной температуры и состава продуктов сгорания представляет собой систему нелинейных алгебраических уравнений. Число уравнений в системе определяется количеством атомарных  $i$  и молекулярных  $j$  компонентов, составляющих продукты сгорания, и может достигать нескольких десятков и более. При этом разработанное программное обеспечение позволяет учитывать возможность газообразных и конденсированных продуктов сгорания, для которых к настоящему времени известны термодинамические и кинетические константы их образования [4, 5]

Результаты работы были использованы при выборе пожаробезопасных условий эксплуатации пиротехнических изделий различного назначения (твердых металлизированных топлив, осветительных и трассирующих составов, ИК-излучателей и др.).

В результате проведенных исследований разработаны более совершенные методы термодинамического расчета температуры и состава продуктов сгорания металлизированных конденсированных систем, учитывающие фазовую неравновесность отдельных компонентов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов Б.В., Мазин Г.Ю. Термодинамические и баллистические основы проектирования ракетных двигателей на твердом топливе. - М.: Машиностроение, 1964. - 406 с.
2. Брауэр К.О. Пиротехнические устройства для космических аппаратов // Вопросы ракетной техники. - 1969.-Вып. 10.-С. 47-61.
3. Волков Е.Б., Сырицина Т.А., Мазин Г.Ю. Статика и динамика ракетных двигательных установок. - М.: Машиностроение, 1978. - 320 с.
4. Силин Н.А., Ващенко В.А., Кашпоров Т.Я. и др. Металлические горючие гетерогенных конденсированных систем. - М.: Машиностроение, 1976.-320 с.
5. Ващенко В.А. Прогнозирование оптимальных значений температуры и состава продуктов в волне горения, скорости ее распространения по многокомпонентным металлизированным системам. - М.: Деп. в ВИНТИ 18.02.94, №25 - ХП 94. - 350 с.

*А. А. Ковалёв, к. т. н., С. В. Васильев, к. т. н., доцент,  
Национальный университет гражданской защиты Украины*

#### ХОДОВЫЕ СИСТЕМЫ ИНЖЕНЕРНЫХ МАШИН

Развитие системы реагирования на ЧС невозможно без разработки новых видов инженерно-сапёрной техники, к которым относятся: плавающие транспортёры, инженерно-разведывательные машины и машины разминирования. Данные транспортные средства применяются при: проведении инженерной разведки местности и объектов; прокладке безопасных маршрутов передвижения; перевозке людей и грузов в любых дорожных и внедорожных условиях, в том числе и по воде; разминировании и расчистке территорий от невзорвавшихся боеприпасов.

Для успешного выполнения требуемых задач в любых дорожных и внедорожных условиях инженерные машины должны иметь следующие характеристики подвижности: высокая грузоподъёмность, проходимость, манёвренность; минимальное давления на опорную поверхность; амфибийность. В настоящее

время не существует инженерных машины в полной мере удовлетворяющих всем перечисленным условиям подвижности, т.к. они являются взаимоисключающими для существующих ходовых систем.

Поэтому актуальной научно-технической задачей является обоснование и разработка нового типа ходовой системы для инженерной машины высокой подвижности. Разрабатываемая ходовая система должна обеспечить передвижение своим ходом по любой поверхности (дорогам общего пользования с твёрдым покрытием, бездорожью, водной поверхности и топляку, тонкому льду, снежной целине, болотам и т.д.) и высокую грузоподъёмность при минимальном давлении на опорную поверхность.

Примерами образцов инженерно-сапёрных машин на гусеничном ходу являются: ИРМ «Жук» (Рис 1а.), машина разграждения Terrier (Рис. 1б.). Примерами инженерных машинами прокладки маршрута и разминирования на колёсном ходу являются: машина разминирования «Искатель» (Рис 2а.) и инженерная машина Buffalo (Рис. 2б).



а) ИРМ «Жук»

б) Машина разграждения Terrier

Рис. 1. Инженерно-сапёрные машина на гусеничном ходу

Примерами амфибийных машинами повышенной проходимости являются: грузовая амфибия LARC-5 (Рис 3а) и плавающий транспортёр ПТС-4 (Рис 3б). Также в распоряжении спасательных служб находятся специализированные машины спасения на водных объектах, такие как большие и малые аппараты на воздушной подушке (АВП) (рис. 4а), аэроглиссеры (рис. 4б), спасательные катера (рис. 4в).



а) машина разминирования «Искатель»

б) инженерная машина Buffalo

Рис. 2. Инженерно-сапёрные машина на колёсном ходу



а) грузовая амфибия LARC-5

б) ПТС-4

Рис. 3 Амфибийные машины повышенной проходимости



а) АВП

б) аэроглиссер

в) спасательный катер

Рис. 4 специализированные машины спасения на водных объектах

Исходя из анализа физические принципы передвижения и существующих типов двигателей, предлагается использование в качестве ходовой системы инженерной машины высокой подвижности, комбинации воздушной подушки и колёсных двигателей соединённых с корпусом машины длинноходовыми управляемыми подвесками. Используя управляемую воздушную разгрузку опорно-двигательных устройств возможны режимы движения с полной воздушной разгрузкой (над водной поверхностью, тонким льдом и т.д.), частичной воздушной разгрузкой (по бездорожью, болотам и т.д.), без воздушной разгрузки (по дорогам твёрдым покрытием).

Работы по созданию подобного типа транспортных средств с воздушной разгрузкой (ТСВР) проводятся в различных странах в рамках закрытых НИР. На рис. 4. представлена экспериментальная модель ТСВР разработанная в национальном исследовательском университете техники и технологий ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана» (РФ), аналогичные модели создаются в компаниях Aerojet Rocketdyne (США), Bell Helicopter (США) и Boeing (США).



**Рис. 4. Экспериментальный прототип «Транспортного средства с воздушной разгрузкой»**

Вывод: Предложенная концепция ходовой части инженерной машины высокой подвижности принципиально нового типа с управляемой воздушной разгрузкой позволит создать инженерные машины высокой подвижности с уникальными эксплуатационными качествами, присущими АВП и лишенным и их недостатков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агейкин Я.С. Вездеходные колёсные и комбинированные двигатели / Агейкин Я.С. — М.: Машиностроение, 1972. - 183с.
2. Двигатели транспортных средств высокой проходимости / [Армодеров, Бочаров И.Ф., Филюшкин А.В. и др.]; под ред. Р.Г. Армодерова. — М.: Изд-во Транспорт, 1972 — 102 с.
3. Адасинский С.А. Транспортные машины на воздушной подушке / Адасинский С.А. — М.: Наука, 1964. - 108с.
4. Киркин С.Ф. Амфибийные транспортные машины с воздушной разгрузкой / С.Ф. Киркин // Международный ежегодник. Jane's High-Speed Marine Transportation, London. — 1997. — С. 115—118.
5. After Long Deployment, Leaders Praise Navy-Marine Team : (обзорная статья) [Электронный ресурс] / Cheryl Pellerin — American Forces Press Service // Top issues — Science and technology: [http://www.defense.gov/News/Special-Reports/0715\\_science-tech](http://www.defense.gov/News/Special-Reports/0715_science-tech).

*П. А. Ковальов, к. т. н., доцент, І. І. Булхов, Д. І. Котоловець,  
Національний університет цивільного захисту України*

#### ДОСЛІДЖЕННЯ АПАРАТА НА ХІМІЧНО ЗВ'ЯЗАНОМУ КИСНІ УП-12 KS

На сьогоднішній день надсучасною вітчизняною розробкою є протигаз УП-12 KS. Цей протигаз належить до регенеративних дихальних апаратів багаторазового застосування з хімічно зв'язаним киснем. Протигаз універсальний ізолюючий УП-12 KS призначений для індивідуального захисту органів дихання й зору людини від шкідливого впливу атмосфери робочої зони, що стала непридатною для дихання внаслідок зниження об'ємної частки кисню або наявності токсичних газів і аерозолів. Протигаз може використовуватися в сфері цивільного захисту, у військової сфері та різних галузях промисловості. Протигаз розрахований на щоденне носіння протягом всього часу перебування людини у потенційно небезпечній зоні або потенційно небезпечному об'єкті, групове зберігання протигазів здійснюється в пунктах перемикання на маршрутах виходу з небезпечної зони, також протигаз може знаходитися на транспортних засобах, бойових постах та інших спеціально призначених для цього місцях.

Багаторазовість застосування протигазу забезпечується заміною використаного патрона запасним і дезінфекцією системи повітропостачання й лицевої частини. Протигаз експлуатується при температурі від

мінус 20 до плюс 60 °С, відносній вологості до 100 % при температурі плюс 25 °С та атмосферному тиску до 133,3 кПа (1000 мм рт. ст.).

Принцип дії протигазу УПП-12КС наступний: при зриві за допомогою кільця запобіжного ковпачка, спрацьовує пусковий пристрій, що викликає виділення з пускового брикету не менше 5 літрів кисню протягом 50 секунд. Кисень, що виділився, заповнює дихальний мішок і забезпечує дихання людини в початковий період роботи продукту з хімічно-зв'язаним киснем (перші 2 хвилини) у регенеративному патроні.

У протигазі застосована маятникова схема циркуляції повітря: вдихуване повітря через маску по гофрованій трубці надходить у регенеративний патрон, де очищується від діоксиду вуглецю, поповнюється киснем і по кільцевому зазорі між внутрішньою й зовнішньою стінками патрона надходить до дихального мішка. У випадку його переповнення надлишкова кількість повітря видаляється через надлишковий клапан. При вдиху повітря надходить у зворотному напрямку, тобто з дихального мішка повітря проходить кільцевий зазор, удруге регенеративний патрон, гофровану трубку і надходить через маску у дихальні шляхи людини. У протигазі УПП-12КС на дихальний мішок і гофровану трубку встановлюють додатково чохол, що захищає їх від випадкового порушення цілісності внаслідок впливу відкритого полум'я, іскор і т.п. Процес очищення повітря протікає з виділенням тепла, тому при диханні в протигазі патрон поступово нагрівається й стає гарячим, а вдихуване повітря - теплим.

Мінімальний час захисної дії, хв, не менше:

- при легеневої вентиляції 30 дм<sup>3</sup>/хв, частоті дихання 17 хв-1, подачі CO<sub>2</sub> – 4,0 % 50 хв.
- при легеневої вентиляції 10 дм<sup>3</sup>/хв, частоті дихання 10 хв-1, подачі CO<sub>2</sub> – 4,0 % 180 хв.

Об'ємна частка кисню у вдихуваному повітрі не менше 21 %.

*О. М. Колєнов, Національний університет цивільного захисту України*

#### **АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЩОДО ПІДГОТОВКИ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ В СТРУКТУРІ СЛУЖБОВОЇ ПІДГОТОВКИ У ПІДРОЗДІЛАХ СЛУЖБИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

Під час ведення оперативних дій за призначенням, на пожежних-рятувальників діє вплив несприятливих факторів навколишнього середовища. Одночасно з нервово-психічним напруженням пожежні-рятувальники піддаються високим фізичним навантаженням, працюють в захисному одязі і спорядженні, включаючи засоби індивідуального захисту. У такому спорядженні вони піднімаються на верхні поверхи будинків по ручних пожежних драбинах, працюють в незвичних позах (лежачи, повзком) в умовах обмеженого простору. Виконання даної роботи потребує постійного підвищення фахової кваліфікації для формування у пожежних-рятувальників та керівників підрозділів високих вольових, професійно-оперативних та психологічних якостей [1].

Підготовка газадимозахисників, в структурі службової підготовки, повинна проводитись під час проведення занять з технічної, спеціальної фізичної підготовки та під час проведення занять в засобах індивідуального захисту органів дихання і зору (далі - ЗІЗОД) у теплодимокерах, на вогневих смугах психологічної підготовки [2]. Організація проведення практичних занять (тренувань) у загазованих і задимлених середовищах возлагається на начальника ГДЗС [3,4], начальника підрозділу та начальника чергової зміни [4]. Заняття в підрозділі планується відповідно до календарного плану розподілу навчального часу за видами службової та тематичного плану зі службової підготовки [2]. При плануванні занять в теплодимокерах та на вогневих смугах психологічної підготовки в гарнізонах служби цивільного захисту складаються плани-графіки тренувань в ЗІЗОД на цих об'єктах. Заняття в ЗІЗОД, на свіжому повітрі, проводяться щомісяця, за умови напрацювання менше однієї години у ЗІЗОД на пожежах та надзвичайних ситуаціях. В теплодимокерах заняття проводяться один раз на квартал, за умови напрацювання менше двох годин на пожежах. Також, заняття в ЗІЗОД проводяться при відпрацюванні нормативів. Так нормативи № 3.2. Закріплення рятувальної мотузки за конструкцію пожежним-рятувальником, підключеним до апарату захисту органів дихання та норматив № 3.5. В'язання подвійної рятувальної петлі з надяганням її на потерпілого пожежним-рятувальником, підключеним до апарату захисту органів дихання [5].

Заняття в ЗІЗОД на свіжому повітрі та відпрацювання нормативів проводяться під час чергування, під керівництвом начальника чергової зміни або начальника підрозділу, в структурі проведення занять зі службової підготовки. Особливістю цих занять є спрямованість на підтримку та підвищення кваліфікації, відпрацювання та вдосконалення у них відповідних умінь і навичок, необхідних для вирішення завдань газодимозахисної служби [1]. Дані заняття проводяться методом теоретичної та практичної підготовки, за наступними формами:

- 1) теоретична підготовка – класно-групові заняття, з питань організації газодимозахисної служби;
- 2) практична підготовка – практичні заняття, під час яких проводяться тренування в засобах індивідуального захисту органів дихання на свіжому повітрі, відпрацювання та виконання нормативів з використанням ЗІЗОД та спеціального захисного одягу.

На цей час, в керівних документах з організації газодимозахисної служби та службової підготовки особового складу підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту не визначено перелік вправ для відпрацювання на вогневій смузі психологічної підготовки та в теплодимокамері.

Існуючий порядок організації фахової підготовки, в структурі службової підготовки, газодимозахисників підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту не дає можливості системного напрацювання і зміцнення особливих якостей "психологічної надійності" та розвитку здатності до максимальної мобілізації власних можливостей.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Коленов О.М. Актуальні проблеми професійної підготовки особового складу підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту / О. М. Коленов // Державне управління уфері цивільного захисту: наука, освіта, практика: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 28-29 квітня 2016 р. / за заг. ред. В.П. Садкового. – Х. : Вид-во, 2016. – 308 с.

2. Наказ МВС України від 20.02.2015 р. № 189 Про затвердження Положення про організацію службової підготовки осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту.

3. Наказ МНС України від 16.12.2011 р. № 1342 «Про затвердження Настанови з організації газодимозахисної служби в підрозділах оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України».

4. Наказ МВС України від 07.10.2014 року № 1032 Про затвердження Порядку організації внутрішньої, гарнізонної та караульної служб в органах управління і підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

5. Наказ МВС України від 20.11.2015 року № 1470 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.

*С. В. Куценко, к. т. н., доцент, Ю. І. Побережний, А. Ф. Крива, А. О. Петрова,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### РОЗРОБКА МЕТОДУ ПОБУДОВИ МЕРЕЖІ КАБЕЛЬНО-БЕЗПРОВІДНОГО ЗВ'ЯЗКУ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

У сучасних системах пожежної сигналізації застосовують різні типи пожежних сповіщувачів. Найбільш широко застосовують точкові пожежні сповіщувачі, що розміщуються під перекриттям (далі – ПС). У деяких випадках автоматичні пожежні сповіщувачі встановлюють на стінах (далі – НПС) будинків та споруд.

Вимоги до встановлення ПС регламентуються стандартами [1-3], до НПС – [4]. У провідній пожежній сигналізації обидві системи ПС приєднуються до приладів приймально-контрольних пожежних, кожна через свої системи кабельних ліній зв'язку.

На даний час, для підвищення пожежної безпеки різних об'єктів, також застосовують сучасні безпроводні технології в системах пожежної автоматики, що передають інформацію про виявлення небезпеки. Так, як в системі безпроводної пожежної сигналізації всі елементи пов'язані між собою безпроводною мережею, то з'являється можливість об'єднати їх в одну мережу.

Для цього запропоновано метод побудови моделі кабельно-безпроводного зв'язку пожежної сигналізації з спільним розміщенням всіх типів пожежних сповіщувачів у одній мережі.

Відхилення розташування НПС в сторони на десятки сантиметрів і навіть до півтора метра не внесе жодних істотних змін у модель, тому область можливого розташування в межах невеликої зони можна розглядати на моделі як точку.

Враховуючи той факт, що з одного боку НПС повинно бути якомога менше (для здешевлення системи пожежної сигналізації), а з іншого має виконуватися вимога [4], при якій відстань між НПС повинна бути не більшою за встановлене значення, то рішенням задачі побудови єдиної спільної мережі буде оптимізаційна задача при заданих обмеженнях.

Вихідними даними для побудови мережі по першому випадку (поетапна побудова єдиної мережі) є:

$Y = \{1, \dots, n\}$  – безліч точок розміщення безпроводних модулів із ПС (радіовузли);

$R = \{1, \dots, m\}$  – безліч можливих точок розташування НПС;

$n_y^r \in N'$  – максимальна кількість ПС, що залишилися та можуть обслуговуватися радіовузлом в точці у;

$L_r$  – максимально можлива довжина кабельного з'єднання для ПС  $r$ ;

$W_r$  – максимально можлива довжина безпроводного з'єднання для ПС  $r$ ;

$P$  – максимальна відстань між НПС;

$l(y, r)$  – довжина кабельного з'єднання між радіовузлом і ПС;

$w(y, r)$  – відстань між радіовузлом і ПС.

Враховуючи рідкісний характер розташування можливих точок розміщення НПС, в якості радіовузла  $u$  для кожної з точок  $r$ , можна розглядати тільки найближчий радіовузел, що відрізняється від вирішення попередньої задачі (розміщення під перекриттям).

При визначенні значення  $l(y, r)$  береться до уваги той факт, що кабель може прокладатися по перпендикулярним лініям відносно перешкод, що може істотно збільшити значення їх довжини у порівнянні з прямою лінією між двома точками (що відповідає  $w(y, r)$ ).

Таким чином, в задачі розміщення вихідними даними є максимально можлива відстань кабельного з'єднання  $L$  і безпровідного з'єднання  $W$ , безліч можливих точок розташування НПС  $R = \{r_1 \dots r_m\}$ , безліч найближчих до кожного ПС точок розташування радіовузла  $Y = \{y_1 \dots y_m\}$ , які формують відстані між радіовузлами і відповідним ПС  $l(y, r)$ . У задачі необхідно знайти множину  $S \subseteq R$  мінімальної потужності.

Для розв'язання задачі розміщення створюється набір підмножини, який задовольняє умову  $l(y, r) \leq L_r \cap w(y, r) \leq W_r$ , тобто створюється безліч можливих рішень  $M_R = \{(r, l(f, r), w(f, r))\}$ , де  $f$  – найближча до  $r$  точка розміщення безпровідного модуля на стелі.

Рішенням оптимізаційної задачі буде визначення такої множини розміщення НПС, при якому кількість НПС буде мінімальним:

$$\min r, \min(\max(l(f, r))), \min(\max(w(f, r))). \quad (1.1)$$

Вибір за вказаними критеріями здійснюється послідовно зліва направо при обмеженні

$$r_i - r_{i+1} < P; \quad \forall r, \quad (1.2)$$

що дозволяє не порушити вимоги норм про максимальній відстані між двома сусідніми НПС;

$$\sum_{r=1}^m Z_{ry} \leq n_y^r; \quad \forall y, \quad (1.3)$$

що обмежує кількість ПС, які обслуговуються одним радіовузлом;

$$l(y, r) \leq L; \quad \forall(y, r), \quad (1.4)$$

що обмежує відстань від ПС до радіовузла з яким він з'єднаний.

Згідно виразу (1) враховано, що в першу чергу вибирається та мережа, в якій найменшими будуть довжини кабельних з'єднань, а вже потім найменшими будуть відстані до найближчих ПС під перекриттям (для більш надійного зв'язку).

Таким чином, згідно (1) з усіх множин рішень вибирається множина з найменшою кількістю НПС, серед таких множин вибирається та, в якій найменшою буде максимальне кабельне з'єднання, а серед таких множин (що може відповідати випадку відсутності кабельних з'єднань або рідкісному випадку рівності двох і більше кабельних з деякою заданою точністю) – вибирається множина з найменшою відстанню між НПС і ПС.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ EN 54-5:2003. Системи пожежної сигналізації. Частина 5. Сповіщувачі пожежні теплові точкові. – Київ, Держпожживстандарт України, 2004. – 42 с.
2. ДСТУ EN 54-7:2003. Системи пожежної сигналізації. Частина 7. Сповіщувачі пожежні димові точкові розсіяного світла, пропущеного світла або іонізаційні. – Київ, Держпожживстандарт України, 2004. – 50 с.
3. ДСТУ EN 54-10:2003. Системи пожежної сигналізації. Частина 10. Сповіщувачі пожежні полум'я точкові. – Київ, Держпожживстандарт України, 2004. – 32 с.
4. ДСТУ EN 54-11:2003. Системи пожежної сигналізації. Частина 11. Сповіщувачі пожежні ручні. – Київ, Держпожживстандарт України, 2004. – 36 с.

*П. П. Кучер, О. В. Лац, В. В. Бердник, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України*

## ЕЛЕМЕНТНИЙ БАЗИС ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КОМПЛЕКТУВАННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Промисловий ріст, зміна клімату, інші фактори об'єктивної та суб'єктивної природи зумовлюють підвищену увагу до оптимізації функціонування аварійно-рятувальних підрозділів. У доповіді показано, що однією з головних задач є комплектування техніки засобами для рятування людей, гасіння пожеж, мінімізації збитків від техногенних та екологічних катастроф. Оскільки на теперішньому етапі основним технічним



засобом, на якому розміщується аварійно-рятувальна техніка є пожежний автомобіль, то оптимальне його комплектування є актуальною науковою задачею.

Концептуальні особливості її розв'язання були досліджені в [1]. Визначення ефективності компоновальних рішень запропоновано здійснювати за рядом критеріїв [2]. Водночас зауважимо, що пропонувані рішення є частковими, в той час як задача комплектування вимагає системного підходу, що пов'язано з такими особливостями:

- комплектування однієї окремої одиниці здійснюється, виходячи із комплектування підрозділів, що обслуговують певну територію, на якій проживає певна кількість населення, яка має свої особливості природного і штучного середовища і на якій передбачаються наслідки тієї чи іншої катастрофи;

- задача комплектування є багатокритеріальною, що визначається необхідністю забезпечення максимальної функціональності обладнання, мінімізації його габаритних розмірів, максимізації потужності та мінімізації вартості;

- необхідною умовою розв'язання наведеної вище складної задачі є розв'язання задачі комплектування одного пожежного автомобіля аварійно-рятувальними засобами;

- потрібно передбачити врахування якісних особливостей процесу прийняття рішень, що дозволить одержувати прийнятні розв'язки на базі теорії нечітких множин.

Таким чином, в доповіді вказано на те, що одним з перших кроків розв'язання задачі комплектування є технологічне передбачення можливих техногенних та екологічних катастроф в регіоні та їх наслідків, що можливо здійснювати як в умовах наявності ретроспективних даних, так і на базі моделювання майбутніх процесів з використанням нормативної інформації (унікальне моделювання). Статистичні дані складуть основу прогнозування різноманітних аварійних ситуацій, які викликані повторюваними природними факторами та результатами людської діяльності. Передбачення масштабів надзвичайних ситуацій та наявність певної кількості пожежних автомобілів дозволить здійснити визначення необхідної кількості елементів аварійно-рятувального обладнання.

Формалізація наведених вище задач та їх відображення в категорії моделей дозволить здійснити структурну та параметричну ідентифікацію потрібних залежностей, а також забезпечити можливість пошуку області компромісу. Оскільки їх розв'язання відбувається в умовах, що динамічно змінюються, то раціональним є застосування методів еволюційного моделювання для розв'язання вказаних задач оптимізації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кучер П.П. Концепція комплектування пожежного автомобіля на базі еволюційного моделювання // Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні: Матеріали Міжн. наук.-техн. конф. – Харків: ХАІ, 2007. – С. 253.
2. Кучер П.П. Комплекс моделей для визначення оптимальної комплектації аварійно-рятувальної техніки // Теорія прийняття рішень – 2006: Матеріали III Міжн. школа-семінару з теорії прийняття рішень. – Ужгород: УжНУ, 2006. – С.64.

*М. З. Лаврівський, Ю. С. Коструліна, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

## ВИКОРИСТАННЯ СПОРУД ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЛЮДЕЙ ВІД НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Зростання кількості аварій на хімічно небезпечних підприємствах, викидів радіаційних речовин з АЕС та зброї масового ураження вимагають від органів влади створювати умови для захисту населення від надзвичайних ситуацій. За таких умов терміни реалізації захисних заходів можуть бути обмеженими. На першому місті має бути переховування людей у захисних спорудах у містах їх перебування – на навчанні чи роботі та в місцях постійного проживання.

Захисні споруди цивільного захисту – це інженерні споруди, призначені для укриття і тимчасового захисту людей, техніки та майна від небезпеки, що може виникнути або виникла внаслідок надзвичайних ситуацій у мирний час, а також від дії засобів ураження в особливий період. Такі споруди забезпечують захист людей від небезпечних факторів, до яких відносяться: ударна вибухова хвиля, іонізуюче опромінення, радіоактивне забруднення, бойові отруйні речовини, біологічні засоби ураження, небезпечні хімічні речовини, звичайні засоби ураження, вплив природних небезпечних чинників [1].

Фонд захисних споруд створюється шляхом обстеження й обліку підземних та наземних будівель і споруд, що відповідають вимогам захисту населення; дообладнання з урахуванням реальної обстановки підвалів, погребів та інших заглиблених приміщень; обстеження і взяття на облік підземних і наземних будівель та споруд, гірничих виробок і природних порожнин, що відповідають вимогам захисту; у разі необхідності переобладнання цих приміщень.

Для захисту людей від деяких факторів безпеки, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій у мирний час, та дії засобів ураження в особливий період також використовуються споруди подвійного призначення.

Споруда подвійного призначення - це наземна або підземна споруда, що може бути використана за основним функціональним призначенням і для захисту населення [2].

Сучасні захисні споруди будуються так, щоб їх можна було раціонально використовувати у мирний час в інтересах підприємств, організацій, установ і населення міста. У них, як правило, розміщуються допоміжні приміщення, склади, майстерні, навчальні класи, кімнати відпочинку, кафе, різні приймальні пункти, гаражі, стоянки. В окремих випадках вони передаються для виробничих потреб промислових підприємств та інших організацій.

Принцип подвійного призначення сховищ дозволяє не тільки ефективно використовувати ці споруди, а й підтримувати їх в належному стані.

За будь-яких обставин в процесі експлуатації споруд в мирний час не повинні знижуватися їх захисні властивості і готовність до прийому людей. Тому не можна розміщувати в них громіздке обладнання і виробни, через які буде ускладнено звільнення споруди, зберігати оочі, хімічно, пожежо- та вибухонебезпечні речовини [3].

На початок 2016 року в Україні обліковувалось 22 202 захисні споруди цивільного захисту, з них 5222 сховища та 16 980 протирадіаційних укриттів. За результатами здійснених перевірок готовими до використання за призначенням визнані 9% захисних споруд, обмеженого готовими – 57%, не готовими до використання за призначенням – 34% захисних споруд. У порівнянні з 2014 роком стан готовності покращився на 8% від загальної кількості захисних споруд.

Протягом 25 років існування держави даних про використання захисних споруд цивільного захисту під час загрози або виникнення аварій на об'єктах підвищеної небезпеки не надходило. За результатами даних місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування Донецької та Луганської областей з організації укриття населення у захисних спорудах встановлено, що укриття у захисних спорудах цивільного захисту під час проведення бойових дій є найбільш ефективним видом захисту населення.

Проектування захисних споруд цивільного захисту проводиться відповідно до ДБН В.2.2-5-97 [4], однак дія вимог зазначеного нормативного документа не розповсюджується на споруди подвійного призначення та найпростіші укриття. Тому відповідно до вимог чинного законодавства проектуватись можуть лише захисні споруди цивільного захисту, які в подальшому можуть використовуватись під потреби населення відповідно до чинного законодавства. Однак будівництво сховищ і ПРУ на сьогодні потребує великих матеріальних затрат для держави та економічно не вигідно для підприємств. Водночас вимог до будинків і споруд, які могли використовуватись як споруди подвійного призначення, немає.

За кордоном найбільший досвід з питань захисту населення в умовах багаторічних збройних конфліктів та протидії терористичним проявам має Ізраїль. На підставі набутого досвіду Ізраїль основну увагу приділив проектуванню та будівництву споруд подвійного призначення, які максимально наближені до місця перебування населення. У житловому секторі найбільш поширеними є МАМАД (захищений простір у квартирі), МАМАК (захищений простір на поверсі) або укриття у житловому будинку (у підвальному або нижньому поверсі, спуск до якого здійснюється по внутрішній сходовій клітині будинку). Використовуються для цілей укриття населення й інші споруди подвійного призначення, зокрема, станції метрополітену, підземні паркінги, інші заглиблені споруди та споруди з масовим перебуванням людей. Зазначені споруди проектуються і будуються зі спеціальним обладнанням, що забезпечує захист населення: фільтровентиляційними установками, автономними джерелами енергозабезпечення, противибуховими пристроями тощо. Впровадженням таких об'ємнопланувальних і конструктивних рішень під час житлового та громадського будівництва досягається суттєве зниження витрат на створення фонду захисних споруд, зменшення часу, необхідного для прибуття людей до місця укриття, як наслідок цього – суттєве зменшення втрат серед населення.

У країнах Євросоюзу основним видом захисних споруд, призначених для укриття населення є також споруди подвійного призначення. Зазначені споруди у мирний час використовуються за основним своїм призначенням, не потребують додаткових витрат на утримання та приносять прибуток своїм власникам.

У Франції та Бельгії будівництво нових укриттів і сховищ практично не ведеться. Більшість будівель в цих країнах кам'яні з підвальними приміщеннями, які у разі необхідності після невеликого дообладнання можуть бути використані як протирадіаційні укриття. Для цих же цілей передбачається використовувати тунелі, станції метро тощо.

Проаналізувавши досвід країн Європейського Союзу, Ізраїлю, аналізуючи вимоги нормативних документів України та вимоги сьогодення встановлено, що використання захисних споруд повинно бути економічно обгрунтованим, захисні споруди повинні бути призначені для захисту населення від небезпечних чинників техногенного і природного характеру, притаманні території, де вони розташовані, від уражаючих факторів звичайних засобів ураження, а також максимально наближені до місця перебування (проживання, роботи) осіб, що повинні у них переховуватись [1].

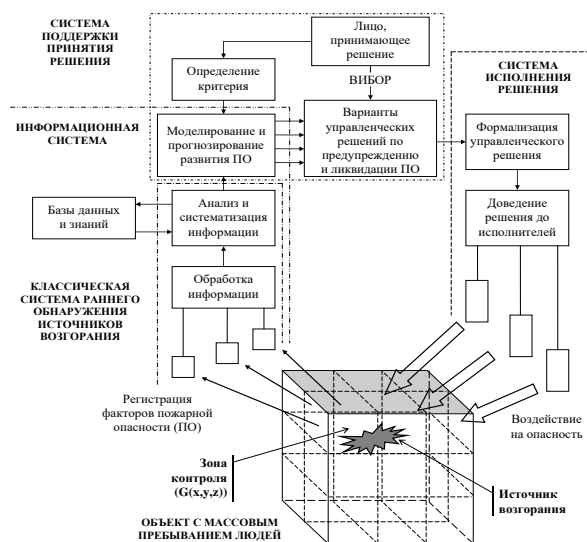
## ЛІТЕРАТУРА

1. Євдін О.М. Концептуальні підходи щодо захисту населення у захисних спорудах цивільного захисту / О.М. Євдін, В.В. Коваленко // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. – 2016. – № 2 (2). – С. 25-30.
2. Кодекс Законів про працю України (КЗпПУ). Науково-практичний коментар. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uazakon.ru/ukr/ktszu/32/default.htm>
3. Використання захисних споруд у мирний час. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://om.net.ua/1/1\\_7/1\\_75028\\_tipi-vosproizvosdtva-naseleniya.html](http://om.net.ua/1/1_7/1_75028_tipi-vosproizvosdtva-naseleniya.html)
4. ДБН В 2.2.5-97 «Будинки і споруди. Захисні споруди цивільного призначення».

## АКУСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ОЧАГОВ ВОЗГОРАНИЙ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ НА ОБЪЕКТАХ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Одним из главных средств, обеспечивающих решение задачи обнаружения очага пожара, является наличие эффективных инструментов (системы инструментов) раннего обнаружения очагов возгораний на различных уровнях функционирования природно-техногенно-социальной системы, с возможным последующим воздействием на него с помощью инструментов подавления очага пожара. Поэтому создание комплексной четырехуровневой (с учетом взаимосвязей между объектовым, городским, региональным и государственным уровнями) автоматизированной системы мониторинга чрезвычайных ситуаций, с подсистемами раннего выявления очагов возгораний и предупреждения возникновения пожарной опасности на различных уровнях жизнедеятельности, является необходимым для обеспечения соответствующего уровня безопасности функционирования территории Украины [1]. На объектовом уровне к объектам с повышенным пожарным риском относятся объекты с массовым пребыванием людей, где последствия от возникновения различного рода опасностей могут привести к большим материальным и нематериальным ущербам. Установлено, что на этих объектах существуют латентные взаимосвязи между различными факторами жизнедеятельности, указывающие на высокую степень пожарной опасности объектов, которые характеризуются: а) наличием широкого спектра функционального назначения объектов с массовым пребыванием людей; б) наличием размещенных случайным образом по территории объекта различных по функциональному предназначению и уровню опасности зон, сооружений, помещений и технологического оборудования; в) наличием территориально распределенной системы жизнеобеспечения, включающей разветвленные сети тепло-, водо-, энерго-, газо- и холодоснабжения, а также обеспечения микроклимата; г) наличием территориально распределенной системы связи, включающей разветвленные сети Интернет, Интранет и АТС, а также структурированную кабельную систему, систему единого времени и учрежденческий сервис по вещанию и трансляции информации; д) наличием различной горючей среды и случайных источников возгораний; е) одновременным пребыванием на объекте большого количества людей; ж) возможностью возникновения паники, в соответствии с этим – сложностью эвакуации; и) сложностью организации конструктивных решений и планирования по предупреждению и тушению пожаров.

Основой системы раннего обнаружения источников возгорания и предупреждения возникновения пожарной опасности на объектах с массовым пребыванием людей является, в соответствии с данными рис. 1, классический контур управления, обеспечивающий сбор, обработку и анализ информации, моделирование развития пожароопасной обстановки на объекте управления.



**Рис 1. Схема структуры раннего обнаружения источников возгорания и предупреждения возникновения пожарной опасности на объектах с массовым пребыванием людей, как средства управления**

Увеличение объемов зданий и помещений объектов с массовым пребыванием людей выдвигает дополнительные требования к тактико-техническим характеристикам пожарных извещателей при реализации режима раннего обнаружения источников возгорания, обусловленных ограничением скорости распространения в контролируемом объеме газообразных продуктов пиролиза и частиц дыма (в процессе зарождения пожароопасной обстановки). Это обстоятельство свидетельствует о необходимости технической реализации новых физико-технических методов контроля среды возгорания, направленных на контроль волновых факторов опасности на этапе зарождения источников возгораний.

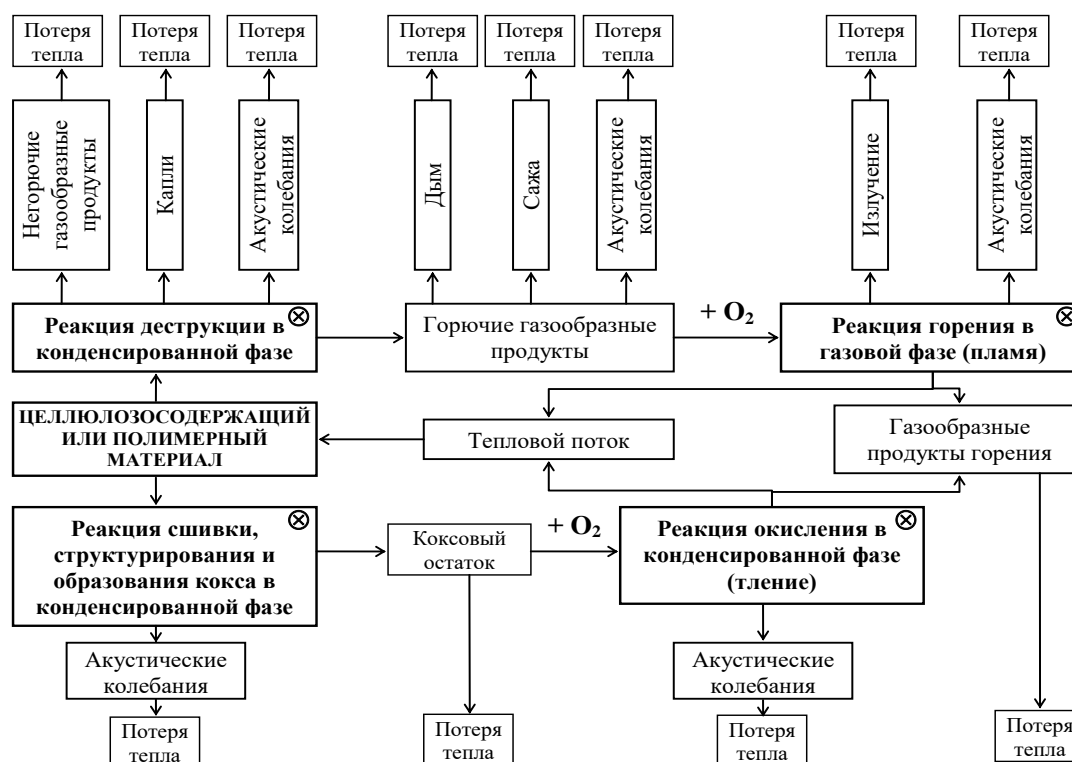
Анализ существующих пожарных извещателей позволил констатировать, что в соответствии с установленными областями функционирования технически реализованных различных типов пожарных извещателей в зависимости от времени проявления на объекте контроля приоритетных факторов опасности, как комплексного параметра эффективности функционирования системы раннего обнаружения источников возгораний, выделены два кластера –

в I кластер входят пожарные извещатели, направленные на обнаружение источников возгораний на этапе проявления пожарной опасности и функционирующих на принципах обнаружения газоподобных продуктов горения и дыма; во II кластер входят пожарные извещатели, обнаруживающие источник возгораний на этапе установившегося процесса горения и функционирующие на принципах анализа возрастания температуры и факела горения.

С учетом сказанного мы предлагаем контроль очага возгорания проводить по спектрограммам акустических колебаний, генерируемых источником возгорания в результате проявления эффекта акустической эмиссии при протекании окислительно-восстановительной реакции горения различных (твердых, жидких и газообразных) веществ и материалов.

Физико-химическая суть возникновения акустической эмиссии при горении заключается в том, что в процессе протекания окислительно-восстановительной реакции возникает целый ряд колебаний, связанных с возникновением и разрушением на молекулярном уровне напряжений в кристаллической решетке материала. При горении же жидкой фазы происходит перемещение масс и образование пузырьков газа, приводящих к колебаниям окружающей среды объекта загорания (кавизационные явления). Чем больше молекул вещества задействовано в процессе протекания реакции, тем интенсивнее горение и мощнее излучаемые звуковые колебания.

В качестве примера на рис. 2 приведена схема горения полимерных материалов, к которым также относятся и целлюлозосодержащие материалы, как наиболее распространенные на объектах с массовым пребыванием людей. Эффект акустической эмиссии имеет место на всех стадиях горения. Так, акустические волны будут излучаться на протяжении всей стадии горения, пока есть деструкция материала и температурный градиент внутри очага горения. Кроме того, при появлении открытого пламени, когда реакция горения переходит в устойчивую стадию, интенсивность звуковых колебаний резко возрастает. Это обусловлено при горении твердых тел усилением эффектов деструкции и деформации материала. При этом необходимо отметить, что и само пламя вызывает значительные колебания воздуха за счет неравномерности течения реакции горения газообразной фазы. Помимо того, выделение газовых составляющих как при горении твердых, так и жидких веществ, также приводит к локальным колебаниям воздуха в месте выхода газа из объекта загорания.



**Рис. 2** Схема горения целлюлозосодержащих или полимерных материалов и проявления эффекта акустической эмиссии на стадиях горения. ⊗ – наиболее характерные стадии акустической эмиссии при физико-химических преобразованиях

Таким образом, при рассмотрении волнового характера процессов, сопровождающих горение целлюлозосодержащих или полимерных материалов, прежде всего необходимо констатировать многослойный, сложный по составу и природе характер интегрального акустического спектра, который в различных частотных

діапазонах содержит разносторонние частотные фрагменты от различных помех, поэтому измерительный комплекс акустической эмиссии очага возгорания должен иметь спектроанализатор с широким частотным диапазоном (от  $10^{-1}$  до  $n \cdot 10^3$  Гц). При наличии анализатора частот интегрального акустического спектра выделяются характеристические, для очага горения, частотные гармоники и по их характеру оценивается степень вероятности возгорания на объекте с массовым пребыванием людей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Калугін В.Д. Розробка науково-технічних основ для створення системи моніторингу, попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру та забезпечення екологічної безпеки / В.Д. Калугін, В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, Р.І. Шевченко // Системи обробки інформації. – Харків: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2013. – Вип. 9(116). – С. 204 – 216.

*Р. Г. Мелещенко, к. т. н., О. О. Гапоненко,  
Національний університет цивільного захисту України*

#### ПАРАМЕТРИ ВОГНЕГАСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКИДУ ПОРОШКОВИХ СУМІШЕЙ З КОНТЕЙНЕРІВ

Одним з ефективних методів ліквідації масштабних пожеж на початковій стадії є метання вогнегасних засобів залпом, або пострілом. Для досягнення цієї мети в Україні використовують установки, які реалізовані на серії машин типу "Імпульс, - 1", "Імпульс - 2м", "Імпульс - шторм" які проводять гасіння пожежі пострілом порошкової речовини.

Але головною проблемою таких установок являється малий радіус застосування (номінальний радіус дії - 50 метрів), вони не в змозі забезпечити дальність падіння і необхідну вогнегасну концентрацію порошку в зоні горіння на віддалених відстанях (більше 100 м). Виникають великі труднощі у вирішенні питань доставки і застосування високодисперсних порошкових сумішей, оскільки порошки конвективними потоками відносяться від осередку пожежі, не проникаючи в полум'я.

В зв'язку з цим вирішення питань знаходимо за умови розміщення порошкової суміші в капсулі - контейнері і метання контейнера з порошковими сумішами за допомогою стволової установки пожежогасіння контейнерного метання (СУПКМ) [7].

Результати досліджень в області порошкового пожежогасіння [1, 4] показують, що вогнегасна здатність порошків значною мірою залежить від способу їх подавання на осередок пожежі. Таким чином, при застосуванні в контейнерах вогнегасних сумішей і при дослідженні їх вогнегасної ефективності необхідно забезпечити такі умови, при яких уся маса порошкового складу максимально використовуватиметься для припинення горіння. Для цього необхідно визначити найбільш ефективний спосіб подання вогнегасного порошкового складу з контейнера, проаналізувати процес зміни параметрів пожежогасіння.

Метою даної роботи є визначення вогнегасної ефективності контейнерів, начинених порошковою вогнегасною сумішшю. Визначити, що вибухові речовини дозволяють досягнути максимальної ефективності контейнерів за рахунок викиду вогнегасної речовини з використанням, що вивільняється при згорянні вибухових речовин.

Вогнегасна ефективність контейнера з порошковим складом може бути оцінена за мінімальною величиною питомої витрати порошкового складу, що бере участь в гасінні. Інтенсивність викиду порошкового складу з внутрішньої порожнини контейнера визначатиметься як кількість вогнегасного порошку, яка викидається в одиницю часу на одиницю розрахункового параметра пожежі з внутрішньої порожнини контейнера.

Загальна витрата ВПС в контейнері визначається на основі розрахунку загальної кількості вогнегасного порошкового складу  $G$  в контейнері із заданою масою ВПС, який витрачається під час гасіння пожежі на одиницю розрахункового параметра пожежі, кг/ (м<sup>2</sup>, м<sup>3</sup>)

$$G = \frac{M}{T_{\text{пож}}} \quad (1)$$

де  $m$  – маса вогнегасного порошкового складу, кг;  $T_{\text{пож}}$  – розрахунковий параметр пожежі (м<sup>2</sup>, м<sup>3</sup>). Питома витрата  $g$  – є кількість вогнегасного порошку, яка витрачається в одиницю часу на гасіння розрахункового параметра пожежі (кг/с)

$$g = \frac{M}{T_{\text{пож}}} \quad (2)$$

З формул (1, 2) виходить визначення інтенсивності викиду порошкового складу з контейнера

$$I = \frac{G}{T_{\text{пож}}}; I = \frac{g}{t_{\text{пож}}} \quad (3)$$

Досягнувши максимальної інтенсивності подання викиду порошку в осередок пожежі час гасіння зменшується і для зростання інтенсивності вимагається збільшувати витрату –  $G$ . Отже, для підвищення вогнегасної ефективності контейнера з порошковою сумішшю необхідно передбачати максимальну інтенсивність викиду порошку з внутрішньої порожнини в зону горіння за мінімальний проміжок часу зі збільшенням  $G$ .

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Абдурагимов И.М. Физико химические основы развития и тушения пожаров / Абдурагимов И.М., Говоров В.Ю., Макаров В.Е.: учебное пособие, Москва, 1980. 255 с.
2. Баратов А.Н. Горение – Пожар – Взрыв – Безопасность / Баратов А.Н. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. 364 с.
3. Заявка на изобретение (РФ) 2003120520. Способ доставки огнетушащего вещества в очаг пожара перемещением его в окружающем воздухе / И.В. Холодков. 2004.
4. Брушлинский Н.Н., Корольченко А.Я. Моделирование пожаров и взрывов. М.: Пожнаука, 2000. 482 с.
5. Огнетушащие порошковые средства: Сборник научных трудов. М.:ВНИИПО, 1983. 131 с.
6. Хілько Ю.В. Установка для дослідження газової детонаційної системи метання / Ю.В. Хілько, О.В. Сакун, К.В. Коритченко // Збірник наукових праць ЦНДІ ОБТ ЗСУ. – К.: ЦНДІ ОБТ ЗСУ, 2014. – №1 (52). – С 306-313. Режим доступу:[http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol37/Ppb\\_2015\\_37\\_21.pdf](http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol37/Ppb_2015_37_21.pdf)
7. Царев А.М. Ствольные установки пожаротушения контейнерного метания огнетушащих веществ / А.М. Царев // Экология и промышленность России. – 2012. № 6. — С. 4—9.

*С. Ю. Назаренко, Г. А. Чернобай, к. т. н., доцент,  
Национальный университет гражданской защиты Украины*

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ НАПОРНОГО ПОЖАРНОГО РУКАВА ДИАМЕТРОМ 51 ММ

Напорные пожарные рукава являются гибкими трубопроводами, которые используются для подачи на расстояние под давлением воды и водных растворов огнетушащих веществ.

Как правило, стоимость определяет качество и надежность рукава. Установлено, что выходят из эксплуатации внезапно, что влечет за собой значительные материальные убытки и возможно гибель людей. Таким образом меры, направленные на определение остаточного ресурса пожарных рукавов, возможности их ремонта, надежности и безопасности дальнейшей эксплуатации, в значительной степени способствуют повышению оперативной готовности государственных пожарно – спасательных частей, а также экономической эффективности их функционирования.

Конструкция пожарных рукавов, их типоразмеры и характеристики, области применения, условия эксплуатации и методы испытаний приведены в соответствующих нормативных документах [1– 2].

Для проведения соответствующих работ было использовано опытную установку ДМ - 30 М, которая установлена в лаборатории кафедры прикладной механики Национального университета гражданской защиты Украины.

Опытный образец пожарного рукава типа «Т» с внутренним диаметром 51 мм и испытательной длиной  $\ell = 160$  мм, был закреплен соответствующими устройствами на опытной машине и проведен цикл испытаний.

Нагрузка прикладывалась с постоянным шагом удлинения образца (1 мм) с фиксацией соответствующего усилия (кН).

Начальный (1) режим нагрузки проводился с недеформируемым фрагментом пожарного рукава с испытательной длиной 160 мм. Максимальная величина деформации составляла  $\Delta l_1^{\max} = 20 \cdot 10^{-3}$  м, при нагрузке  $F_1^{\max} = 4,68$  кН. После разгрузки остаточная деформация фрагмента составляла  $\Delta l_1^{\text{зал}} = 12 \cdot 10^{-3}$  м.

При повторной нагрузке (2), которая проводилась через две минуты после первого нагружения, максимальная величина деформации составляла  $\Delta l_2^{\max} = 8,0 \cdot 10^{-3}$  м, при нагрузке  $F_2^{\max} = 4,32$  кН. После разгрузки остаточная деформация фрагмента составляла  $\Delta l_2^{\text{зал}} = 4,0 \cdot 10^{-3}$  м.

Числовые параметры следующих режимов нагрузки (3-5), которые были проведены с аналогичными двухминутными интервалами, практически не отличаются друг от друга. Их максимальная величина деформации составляла  $\Delta l_{3-5}^{\max} = 8,0 \cdot 10^{-3}$  м, при нагрузке  $F_{3-5}^{\max} = 5,12$  кН.

Остаточная деформация фрагмента после разгрузки отсутствовала, то есть  $\Delta l_{3-5}^{зал} = 0$ .

По результатам испытаний построены диаграммы которые приведены на рис. 1:

- график 1 соответствует начальному режиму нагрузки недеформированного фрагмента пожарного рукава;
- график 2 - режима повторной нагрузки, которая проведена через две минуты после первого;
- график 3–5 отвечает следующим трем режимам нагрузки, проведенных с аналогичными временными интервалами и практически не отличается друг от друга по числовым параметрам.

Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1

Деформация, мм	Нагрузка, кН				
	Режим 1	Режим 2	Режим 3	Режим 4	Режим 5
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,12	0,71	0,84	0,72	0,78
2	0,24	1,44	1,56	1,44	1,44
3	0,36	1,91	2,16	2,04	2,16
4	0,48	2,40	2,76	2,64	2,88
5	0,72	2,92	3,36	3,36	3,48
6	0,91	3,48	3,96	3,95	3,96
7	1,08	3,89	4,43	4,44	4,44
8	1,32	4,32	5,11	5,12	5,12
9	1,56	–	–	–	–
10	1,80	–	–	–	–
11	2,04	–	–	–	–
12	2,28	–	–	–	–
13	2,52	–	–	–	–
14	2,88	–	–	–	–
15	3,12	–	–	–	–
16	3,41	–	–	–	–
17	3,60	–	–	–	–
18	4,08	–	–	–	–
19	4,32	–	–	–	–
20	4,68	–	–	–	–

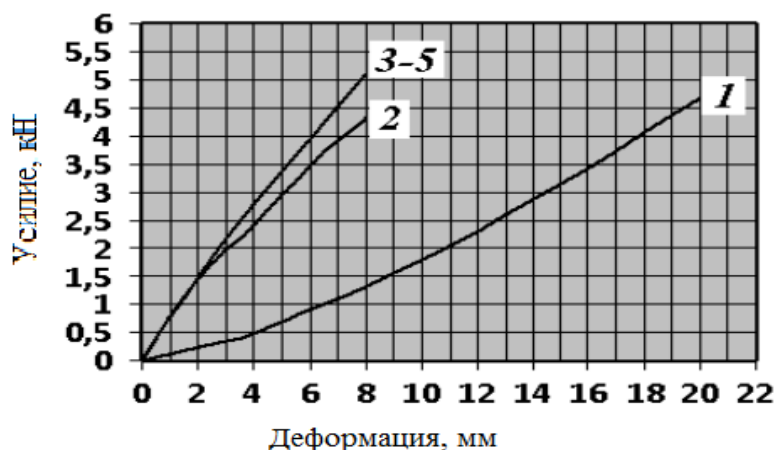


Рисунок 1 – Диаграммы нагрузок испытательного образца пожарного рукава внутренним диаметром 51 мм.

Как видно из графиков зависимость между нагрузкой и деформацией приближается к линейной. Зависимость между нагрузкой и деформацией фрагмента пожарного рукава позволяет установить усредненную жесткость, которая составляет:

$$\text{при режиме 1} \quad - \quad C_1 = \frac{F_1^{\max}}{\Delta l_1^{\max}} = \frac{4,68}{20 \cdot 10^{-3}} = 234 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

$$\text{при режиме 2} \quad - C_2 = \frac{F_2^{\max}}{\Delta l_2^{\max}} = \frac{4,32}{8 \cdot 10^{-3}} = 540 \frac{\kappa H}{\text{м}};$$

$$\text{при режимах 3-5} \quad - C_{3-5} = \frac{F_{3-5}^{\max}}{\Delta l_{3-5}^{\max}} = \frac{5,12}{8 \cdot 10^{-3}} = 640 \frac{\kappa H}{\text{м}}.$$

Для дальнейших исследований целесообразно определить жесткость ( $k$ ) пожарного рукава приведенную к единице его длины ( $L=1000$  мм):

$$\text{при режиме 1} \quad - k_1 = \frac{C_1 \cdot \ell}{L} = \frac{234 \cdot 160}{1000} = 37,44 \frac{\kappa H}{\text{м}};$$

$$\text{при режиме 2} \quad - k_2 = \frac{C_2 \cdot \ell}{L} = \frac{540 \cdot 160}{1000} = 86,4 \frac{\kappa H}{\text{м}};$$

$$\text{при режимах 3-5} \quad - k_{3-5} = \frac{C_{3-5} \cdot \ell}{L} = \frac{640 \cdot 160}{1000} = 102,4 \frac{\kappa H}{\text{м}}.$$

Для следующих теоретических и экспериментальных работ по расчету остаточного ресурса пожарных рукавов определялись механические свойства, в частности продольная жесткость пожарного рукава типа «Г» с внутренним диаметром 51 мм в условиях статической нагрузки.

При начальной нагрузке приведенная к единице длины (1 м) жесткость пожарного рукава типа «Г» с внутренним диаметром 51 мм составляет 37,44 кН/м, а при повторной нагрузке - 86,4 кН/м.

Три следующих нагрузки определили почти одинаковые жесткости, усредненное значение которых составило 102,4 кН/м.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пожежна техніка. Рукава пожежні напірні. Загальні технічні умови. ДСТУ 3810–98. [Чинний від 2005-05-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 1998. — XII, 32 с. — (Національний стандарт України).
2. Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытания. ГОСТ Р 51049-2008. [Дата введения 2010-01-01]. — М. : Стандартинформ 2009., 23 с. — (Стандартизация в РФ).

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

#### ОСОБЛИВОСТИ РЕАЛІЗАЦІЇ АЛГОРИТМУ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ ПОЖЕЖНИХ КРАН-КОМПЛЕКТІВ

Пожежний кран-комплект (ПКК) складається з рукава, розпоршувача з перекиривним пристроєм та встановлюється:

– в квартирах житлових будівель з умовною висотою понад 47 м, приєднується до мережі господарчо-питного водопроводу будівлі та складається з пожежного рукава довжиною 15 м, діаметром 19 мм (або 25, 33 мм) на катушці та розпоршувача, забезпечує можливість подачі води в будь-яку точку квартири з урахуванням отримання струменя води довжиною 3 м (ДБН В.2.5-64:2013 «Внутрішній водопровід та каналізація» п. 8.3, ДБН В.2.2-15:2005 «Житлові будівлі» п. 4.27, ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових та громадських будівель» п. 9.108);

– в шафах пожежних кран-комплектів разом з пожежним кран-комплексом діаметром 50 мм або 65 мм, складається з напівжорсткого рукава діаметром 25 мм на катушці, приєднується до пожежного стояка через вхідний запірний вентиль (ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових та громадських будівель» п. 9.106, ДБН В.2.5-64:2013 «Внутрішній водопровід та каналізація» п. 8.13).

На підставі виконаних досліджень необхідних та фактичних витрат води з ПКК пропонується алгоритм вибору обладнання пожежних кран-комплектів [1] для конкретних умов його використання (рис.1), який складається з трьох блоків.

Блок 1 – розраховуються необхідні витрати води для успішного гасіння пожежі.

Блок 2 – визначаються фактичні витрати води з ПКК для різних характеристик ПКК, водопровідної мережі та конфігурації будівлі.

Блок 3 – порівнюються результати розрахунку блоків 1 та 2, та приймається рішення щодо обладнання ПКК. За умовою, що ПКК в заданих умовах експлуатації не зможе забезпечити подачу необхідної кількості води на пожежогасіння, надаються пропозиції зі зниження пожежної небезпеки об'єкта (наприклад, підвищення тиску в мережі при виникненні пожежі не менш розрахованого значення; використання пожежобезпечних



матеріалів, обладнання в будівлі, оснащення будівлі додатковими засобами гасіння пожежі або виявлення та оповіщення про пожежу та ін.).

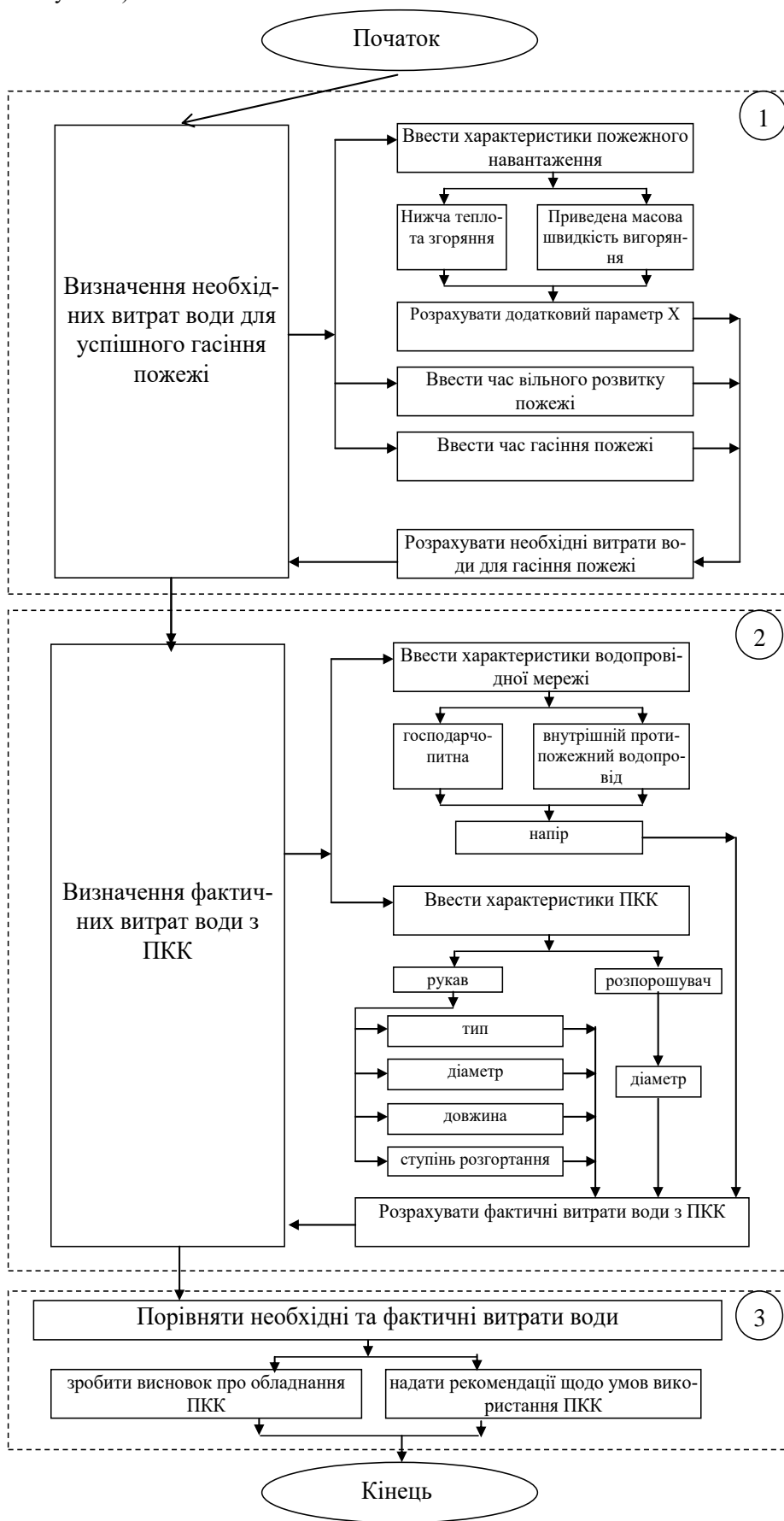


Рисунок 1 – Алгоритм вибору обладнання ПКК

Вихідними даними для реалізації запропонованого алгоритму вибору обладнання пожежних кран-комплектів (проектування) являються фактичний напір у водопровідній мережі, відстань від стояків, до яких підключається ПКК до найвіддаленішої точки квартири, пожежне навантаження квартири.

Реалізація алгоритму вибору обладнання пожежних кран-комплектів (проектування) може виконуватися за двома варіантами:

– перший варіант – метою розрахунку є визначення фактичної кількості води з ПКК з прийнятими характеристиками та порівняння цієї величини з необхідними витратами для пожежогасіння або з мінімальними нормативними витратами (0,5 л/с);

– другий варіант – метою розрахунку є визначення необхідної кількості води на пожежогасіння та виходячи з цього – визначення характеристик ПКК.

Кожний варіант складається з трьох частин. Першою частиною обох варіантів проектування є визначення необхідних витрат води на пожежогасіння.

В другій частині першого варіанта визначається фактична кількість води з ПКК з прийнятими характеристиками [2], а за другим варіантом – визначаються можливі характеристики ПКК, при цьому фактичні витрати води з ПКК приймаються рівними тим витратам, що необхідні для успішного гасіння пожежі, а діаметр випускного отвору розпорошувача та довжина рукава розраховуються для різних типів та діаметрів рукавів.

В третій частині першого варіанту порівнюються необхідні витрати води (або мінімальні нормативні витрати – 0,5 л/с) з фактичними для ПКК з різними характеристиками та приймається рішення щодо можливих значень характеристик складових ПКК – можливі значення приймаються за умовою, що фактичні витрати води, що одержуються з ПКК, укомплектованого складовими з визначеними характеристиками, не менші ніж необхідні витрати води для заданої будівлі, а за умовою, що необхідні витрати води не визначені, не менші за нормативних; за умовою, що всі розраховані варіанти комплектування ПКК не забезпечують можливість подачі необхідної кількості води на пожежогасіння (або мінімальні нормативні витрати) приймається рішення щодо комплектування ПКК обладнанням, що забезпечує мінімальні втрати тиску (найбільші діаметри випускного отвору розпорошувача та рукава, найменша довжина рукава) та надаються пропозиції щодо умов використання ПКК (наприклад: при спрацюванні ПКК включати насоси-підвищувачі та забезпечувати тиск в мережі не менш ніж визначений; якщо час початку використання ПКК перебільшує зазначений час, використовувати ПКК, що приєднані до ВПВ, та ін. ).

В третій частині другого варіанту проектувальником приймається кінцеве рішення про діаметр та довжину рукава та діаметр випускного отвору розпорошувача, виходячи з економічних показників або наявності обладнання ПКК з визначеними характеристиками.

Таким чином, реалізуючи алгоритм вибору обладнання пожежних кран-комплектів за одним з обраних варіантів проектування ПКК, можливо для заданої житлової будівлі (враховуючи її конструктивні особливості та характеристики пожежного навантаження), яка забезпечується водою з водопровідної мережі з відомими гідравлічними параметрами, визначити характеристики обладнання ПКК (діаметр та довжину рукава, діаметр випускного отвору розпорошувача). При цьому, за умовою працездатності водопровідної мережі, пожежа в квартирі буде ліквідована в початковій стадії її розвитку, тобто з мінімальними збитками від неї.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Петухова О.А. Розробка пропозицій по вибору пожежних кран-комплектів для встановлення у житлових будівлях висотою понад 47 м. / О.А. Петухова, С.А. Горносталь // Проблеми пожежної безпеки. – Вып. 40. – 2016. – Харьков. – С. 153–157. – Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol40/petuhova.pdf>.

2. Петухова О.А. Дослідження фактичних витрат води з пожежних кран-комплектів. / О.А. Петухова, С.А. Горносталь, О.О. Шаповалова, С.М. Щербак // Проблеми пожежної безпеки. – Вып. 39. – 2016. – Харьков. – С. 190–195. – Режим доступу: [http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol39/Petuhov%20b0\\_Gornostal.pdf](http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol39/Petuhov%20b0_Gornostal.pdf).

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

## ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЛАДНАННЯ ПОЖЕЖНИХ КРАН-КОМПЛЕКТІВ ДЛЯ ЗАДАНОЇ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ

Пожежний кран-комплект, складається з рукава, розпорошувача з перекирним пристроєм та встановлюється:

– в квартирах житлових будівель з умовною висотою понад 47 м, приєднується до мережі господарчо-питного водопроводу будівлі та складається з пожежного рукава довжиною 15 м, діаметром 19 мм (або 25, 33 мм) на котушці та розпорошувача, забезпечує можливість подачі води в будь-яку точку квартири з урахуванням отримання струменя води довжиною 3 м (ДБН В.2.5-64:2013 «Внутрішній водопровід та каналізація» п. 8.3,

ДБН В.2.2-15:2005 «Житлові будівлі» п. 4.27, ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових та громадських будівель» п. 9.108);

– в шафах пожежних кран-комплектів разом з пожежним кран-комплектком діаметром 50 мм або 65 мм, складається з напівжорсткого рукава діаметром 25 мм на катушці, приєднується до пожежного стояка через вхідний запірний вентиль (ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових та громадських будівель» п. 9.106, ДБН В.2.5-64:2013 «Внутрішній водопровід та каналізація» п. 8.13).

Вихідними даними для проектування пожежних кран-комплектів являються:

- фактичний напір у водопровідній мережі:

○  $H_{г-п}$  – для ПМК встановлених в квартирах та підключених до господарчо-питного водопроводу, м;

○  $H_{ВПВ}$  – для ПМК встановлених в шафах ПМК та підключених до внутрішнього протипожежного водопроводу, м;

- відстань від стояків, до яких підключається ПМК (система холодного господарчо-питного водопостачання або протипожежного водопостачання) до найвіддаленої точки квартири;

- пожежне навантаження квартири.

Порядок проектування пропонується за двома варіантами:

– перший варіант – метою розрахунку є визначення фактичної кількості води з ПМК з прийнятими характеристиками та порівняння цієї величини з необхідними витратами для пожежогасіння або з мінімальними нормативними витратами (0,5 л/с);

– другий варіант – метою розрахунку є визначення необхідної кількості води на пожежогасіння та виходячи з цього – визначення характеристик ПМК.

Першою частиною обох варіантів проектування є визначення необхідних витрат води на пожежогасіння.

1. Визначаються необхідні витрати води для успішного гасіння пожежі, для цього:

1.1) визначаються за довідником:

– нижча теплота згоряння –  $Q_n$ , кДж/кг;

– приведена масова швидкість вигорання –  $v_m$ , кг/(с·м<sup>2</sup>);

1.2) визначається час вільного розвитку пожежі  $\tau_v$  – залежить від інерційності елементів виявлення та сповіщення про пожежу (при відсутності даних час вільного розвитку пожежі прийняти (120 ÷ 300) с);

1.3) приймається час гасіння пожежі  $\tau_{гас}$  (рекомендується прийняти (180 ч 300) с);

1.4) розраховуються необхідні витрати води для гасіння пожежі.

Друга частина варіанта 1 – визначення фактичної кількості води з ПМК з прийнятими характеристиками:

2.1) задається фактичний напір в водопровідній мережі ( $H_{г-п}$ ,  $H_{ВПВ}$ , м) та перераховується в кодову величину;

2.2) задається ступінь розгортання рукава (виходячи з місця встановлення ПМК в квартирі або в шафі, та його віддаленості від можливого місця виникнення пожежі, або найвіддаленішої точки захисту) та перераховується в кодову величину;

2.3) задається діаметр випускного отвору розпоршувача та перераховується в кодову величину;

2.4) задається довжина рукава та перераховується в кодову величину;

2.5) визначаються фактичні витрати води для різних умов встановлення ПМК та характеристик його складових.

Третя частина варіанта 1.

Порівнюються необхідні витрати води (або мінімальні нормативні витрати – 0,5 л/с) з фактичними для ПМК з різними характеристиками та:

– приймається рішення щодо можливих значень характеристик складових ПМК – можливі значення приймаються за умовою, що фактичні витрати води, що одержуються з ПМК, укомплектованого складовими з визначеними характеристиками, не менші ніж необхідні витрати води для заданої будівлі, а за умовою, що необхідні витрати води не визначені, не менші за нормативних;

– за умовою, що всі розраховані варіанти комплектування ПМК не забезпечують можливість подачі необхідної кількості води на пожежогасіння (або мінімальні нормативні витрати) приймається рішення щодо комплектування ПМК обладнанням, що забезпечує мінімальні втрати тиску (найбільші діаметри випускного отвору розпоршувача та рукава, найменша довжина рукава) та надаються пропозиції щодо умов використання ПМК (наприклад: при спрацюванні ПМК включати насоси-підвищувачі та забезпечувати тиск в мережі не менш ніж визначений; якщо час початку використання ПМК перебільшує зазначений час, використовувати ПМК, що приєднані до ВПВ, та ін. ).

Друга частина варіанта 2 – визначення можливих характеристик ПМК.

2.1) відповідає п.2.1 за першим варіантом розрахунку;

2.2) відповідає п.2.2 за першим варіантом розрахунку;

2.3) фактичні витрати води з ПМК прийняти рівними тим витратам, що необхідні для успішного гасіння пожежі  $q$  (визначені в п. 1.5 цих рекомендацій);

2.4) розрахувати діаметр випускного отвору розпоршувача та довжину рукава для різних типів та діаметрів рукавів (за формулами п. 2.5 першого варіанту розрахунку).

Третя частина варіанта 2.

Прийняти кінцеве рішення про діаметр та довжину рукава та діаметр випускного отвору розпорошувача, виходячи з економічних показників або наявності обладнання ПКК з визначеними характеристиками.

Таким чином, для визначення характеристик ПКК для конкретної житлової будівлі пропонується алгоритм, який складається з трьох блоків. Основними умовами для реалізації запропонованого алгоритму є наступні ствердження:

– ПКК зможе забезпечити подачу води в кількості, яка зможе відвести ту кількість енергії, яка виділяється при пожежі;

– доцільно час вільного розвитку пожежі приймати в межах (120 ÷ 300) с, в основному в залежності від інерційності елементів виявлення та сповіщення про пожежу;

– доцільно, щоб час гасіння пожежі знаходився в межах (180 ÷ 300) с.

Таким чином, реалізуючи роботу трьох блоків запропонованого алгоритму можливо для заданої житлової будівлі (враховуючи її конструктивні особливості та характеристики пожежного навантаження), яка забезпечується водою з водопровідної мережі з відомими гідравлічними параметрами, визначити характеристики обладнання ПКК (діаметр та довжину рукава, діаметр випускного отвору розпорошувача). При цьому, за умовою працездатності водопровідної мережі, пожежа в квартирі буде ліквідована в початковій стадії її розвитку, тобто з мінімальними збитками від неї.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. ДБН В.2.5-64:2012. – [Чинний від 01-03-13]. – К.: Держбуд України, 2013. – 135 с.
2. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків. ДБН В.2.2-24:2009. – [Чинний від 11-09-2009]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 105 с.
3. Пожежна техніка. Кран-комплекти пожежні. Частина 1. Кран-комплекти пожежні з напівжорсткими рукавами. Загальні вимоги (EN 671-1:2001, MOD): ДСТУ 4401-1-2005. [Чинний від 25-05-05]. – К.: Держспоживстандарту України, 2005. – 22 с. (Національний стандарт України).
4. Петухова О.А. Дослідження характеристик пожежних кран-комплектів / О.А. Петухова, С.А.Горносталь, С.М. Щербак // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ, 2015. – Вып. 37. – С. 154-159. – Режим доступа: [http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol37/Ppb\\_2015\\_37\\_29.pdf](http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol37/Ppb_2015_37_29.pdf).
5. Петухова О.А. Визначення опору рукавів пожежних кран-комплектів / О.А. Петухова, С.А. Горносталь, С.М. Щербак // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ, 2015. – Вып. 36. – С. 180-183. – Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol36/petuhova.pdf>

*С. С. Пономаренко,*

*Національний університет цивільного захисту України*

#### **ЕКСПЛУАТАЦІЯ НАПІРНИХ ПОЖЕЖНИХ РУКАВІВ В ПІДРОЗДІЛАХ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

Конструкція пожежних рукавів, їх типорозміри і характеристики, галузі застосування, умови експлуатації та методи випробувань наведені у відповідних нормативних документах.

Відповідно до ДСТУ 2273 пожежний рукав – це гнучкий трубопровід, який обладнано на кінцях з'єднувальними головками і призначений для транспортування вогнегасних речовин. Пожежні напірні рукава (ПНР) поряд з іншим пожежним обладнанням, є одним з основних видів пожежного озброєння і від їх справного стану багато в чому залежить боєздатність державної пожежно-рятувальної частини (ДПРЧ), а отже, і успішне гасіння пожеж. Маються випадки передчасного виходу з експлуатації ПНР на пожежі, що не допускається.

Аналіз причин виходу з ладу ПНР показав, що з усіх відмов більше 60% є свищі, 30% і 10% розриви і зриви головок відповідно. Дослідження руйнування відмов показало що, 25% відмов відбувається на пожежах, а інші - відбуваються в ході випробувань. Встановлено, що 95% відмов рукавів трапляються внаслідок зменшення міцності чохла (стирання, гниття в рукавах з природних матеріалів), а решта 5% від раптових відмов внаслідок механічних ушкоджень на пожежі.

Кожна АЦ укомплектовується 12 - 18 ПНР різного діаметру. В гарнізонах ДСНС, які не мають централізованих постів їх обслуговування, зберігаються ще два комплекти. Один з них знаходиться в резерві, а другий - в обслуговуванні. Таким чином, в державних ДПРЧ експлуатуються три комплекти ПНР.

При транспортуванні пожежних напірних рукавів на автоцистернах, було встановлено наступне. При швидкості пожежного автомобіля, що дорівнює 37 км / год і висотах нерівностей на дорозі близько 2 см, зменшення міцності ниток чохла може досягати 50% від початкової міцності протягом менше двох років експлуатації.

На рисунку 1 розміщення пожежних напірних рукавів в відсіку пожежного автомобіля.



**Рис. 1 Розміщення напірних пожежних рукавів в відсіку пожежного автомобіля**

Для більш рівномірного розподілу ділянок з інтенсивним стиранням по рукаву виконуються такі роботи як, періодичне зміщення складки з одного місця на інше. Крім того, перекантування прогумованих рукавів слід проводити також з метою зменшення руйнуючої дії природного старіння гуми в місцях перегину. Процес старіння швидше протікає в тих місцях гуми, які найбільш напружені, ніж та є складки рукавів.

Всі рукава, які знаходяться в оперативному розрахунку і зберігаються як в резерві, так і на складі, повинні перекантуватися від складки, на якій вони зберігаються, на іншу складку зі зміщенням її під прямим кутом до первісного стану. Перекантування рукавів повинна проводитися при плюсовій температурі, але не вище 30 °С.

Перекантування рукавів, незалежно від їх категорії, діаметра, групи приналежності і часу перебування в експлуатації, повинна проводитися через кожні 6 місяців. Однак, не завжди ця умова виконується.

Крім того стінки відсіків облицьовують матеріалом з дуже низьким коефіцієнтом тертя або володіє зносостійкістю нижчою, ніж зносостійкість матеріалу ПНР. У цьому випадку буде зношуватися не рукав, а стінка відсіку.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 2273 пожежна техніка терміни та визначення основних понять. ДСТУ 2273–2006. [Чинний від 2006-08-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — XII, 38 с. — (Національний стандарт України).
2. Пожежна техніка. Рукава пожежні напірні. Загальні технічні умови. ДСТУ 3810–98. [Чинний від 2005-05-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 1998. — XII, 38 с. — (Національний стандарт України).
3. ГОСТ 51049–97. Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытания.
4. К вопросу надежности пожарных рукавов / Коханенко В.Б., Назаренко С.Ю., Ларин А.Н., Ефименко В.В. // Вестник Кокшетауского технического института Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан № 4 (12) – К.: КТИ МЧС РК, 2013. – С. 42-46.
5. Коханенко В.Б. Аналіз причин виходу з експлуатації пожежних напірних рукавів / Коханенко В.Б., Яковлев О.М., Назаренко С.Ю. // Наукове забезпечення діяльності оперативно-рятувальних підрозділів (теорія та практика): збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції. Частина 1 – Х.: НУЦЗУ 2014. – С. 150-151
6. Безбородько М.Д. Пожарная техника[Электронный ресурс]: Учебник/ Под. ред. М.Д. Безбородько . – 2-е изд. перераб. и дополн. – М. : ВНИИПО МВД СССР, 1989 . – 336 с. : ил. – 95 к. – Режим доступа до учеб.: [http://univer.nuczu.edu.ua/e-books/book\\_158/index.html](http://univer.nuczu.edu.ua/e-books/book_158/index.html)
7. М.Д. Безбородько Пожарная техника Академия ГПС МЧС России 2004. - 485 с.
8. Максимов В.А. Обоснование централизованной системы эксплуатации пожарных напорных рукавов и разработка методики ее расчета. Автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.026.01 Москва: Техника безопасности и пожарная техника, 1984 20 с.

*В. Н. Попов, А. Л. Скоромный, к. т. н., Д. В. Лейких, к. т. н., П. А. Касатка, С. Ю. Скоробагатько,  
ООО «ДЕЗЕГА ХОЛДИНГ УКРАИНА»*

#### **СОВРЕМЕННЫЕ ИЗОЛИРУЮЩИЕ РЕГЕНЕРАТИВНЫЕ РЕСПИРАТОРЫ ООО «ДЕЗЕГА ХОЛДИНГ УКРАИНА»**

Дыхательные аппараты замкнутого цикла на сжатом кислороде (далее – изолирующие регенеративные респираторы), в основном, применяются при проведении спасательных операций, ликвидации экологических катастроф и техногенных аварий в зонах с непригодной для дыхания атмосферой [1]: в шахтах и подземных выработках; в туннелях; химических, металлургических и нефтеперерабатывающих заводах.

В пожарном деле подобные аппараты применяются в случаях, когда необходимо находиться непрерывно в атмосфере не пригодной для дыхания довольно продолжительное время (например при разведке либо проведении работ в длинных галереях, туннелях, глубоких колодцах или высотных сооружениях и т.п.).

Работу изолирующих регенеративных респираторов можно условно разделить на следующие составляющие:

1. Фаза выдоха: прохождение выдыхаемой газодыхательной смеси (ГДС) через соединительную коробку и шланг выдоха в патрон; сорбция  $\text{CO}_2$  в поглотительном патроне; перемешивание ГДС с уменьшенным содержанием  $\text{CO}_2$  далее по дыхательному контуру.

2. Восполнение содержания кислорода в ГДС путем: постоянной подачи  $\text{O}_2$ ; легочно-автоматической подачи  $\text{O}_2$ ; аварийной подачи  $\text{O}_2$ .

3. Фаза вдоха: охлаждение ГДС в холодильнике; прохождение ГДС через шланг вдоха и соединительную коробку.

4. Сброс избыточного давления: через избыточный клапан в атмосферу.

Важнейшим параметром регенеративных дыхательных аппаратов является их надежность. Регенеративный респиратор Р-30 (с временем защитного действия 4 часа) и респиратор Р-34 (с временем защитного действия 2 часа), разработанные соответственно [1] в 1970-1980 гг. и 1986 г., выпускаемые ПАО «Донецкий завод горноспасательной аппаратуры» (в настоящее время входит в ООО «ДЕЗЕГА ХОЛДИНГ УКРАИНА»), зарекомендовали себя как исключительно надежные аппараты по всем показателям безотказности. Регенеративный респиратор Р-30 можно назвать самым массово-выпускаемым аппаратом в мире. Всего было выпущено более 100000 указанных респираторов, использование которых позволило спасти тысячи людей, не подвергая риску самих спасателей.

В последние годы ООО «ДЕЗЕГА ХОЛДИНГ УКРАИНА» был проведен ряд научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, направленных на улучшение эргономических показателей и доведение параметров аппаратов до требований европейского законодательства. В результате выполненных работ были созданы респираторы Р-30Е и Р-30ЕХ, соответствующие гармонизированным в Украине стандартам Европейского Союза (ЕС) [2] и сертифицированным в Украине, ЕС и странах Таможенного Союза (ТС). Конструкции респираторов ООО «ДЕЗЕГА ХОЛДИНГ УКРАИНА» запатентованы в Украине, странах ТС и других странах [3-6].

К преимуществам респираторов Р-30Е и Р-30ЕХ (табл.1) по сравнению с Р-30 следует отнести:

- наличие индикатора снижения давления кислорода в баллоне - полностью механический, простой в монтаже и демонтаже предупредительный свисток, работающий в диапазоне давлений  $5,5 \pm 0,1$  МПа и предупреждающий пользователя о том, что запас кислорода в цилиндре упал до  $\frac{1}{4}$ ;

- наличие индикатора отсутствия кислорода в баллоне или закрытом вентиле баллона - полностью механический, не требующий обслуживания предупредительный сигнал, который срабатывает в случае, если пользователь пытается использовать пустой баллон с кислородом или в баллоне закрыт вентиль;

- наличие полнолицевой маской либо мундштучного приспособления;

- современный прочный пластиковый корпус;

- эргономичная подвесная система.

Таблица 1 – Основные параметры регенеративных изолирующих респираторов ООО «ДЕЗЕГА ХОЛДИНГ УКРАИНА»

Общий вид респиратора				
Наименование аппарата	Р-30ЕХ	Р-30Е	Р-30	Р-34
Время защитного действия, ч	4	4	4	2
Масса, кг				
с ледяным охлаждающим брикетом	12,6	11,5	12,5	9,8
без льда	11,8	10,7	11,6	9
Запас кислорода в баллоне, л	400	400	400	200
Рабочее давление, МПа	20	20	20	20
Масса сорбента, кг	2,3	2,3	2	1,6
Давление срабатывания избыточного клапана, мБар	1,5 - 4	1,5 - 4	$2 \pm 1$	$2 \pm 1$

Объем дыхательного мешка, л	5	5	5	5
Подача кислорода в систему респиратора, л/мин				
постоянная	1,4±0,1	1,4±0,1	1,4±0,1	1,4±0,1
легочно-автоматическая, не менее	70	70	70	70
аварийный клапан (при давлении в баллоне 3-20 мПа)	60-150	60-150	60-150	60-150
Сигнальные устройства:				
закрыт клапан	Есть	Есть	Нет	Нет
предупреждающий свисток	Есть	Есть	Нет	Нет
Габаритные размеры, мм	450x375x165	450x375x165	450x375x165	455x340x136

Важно отметить, что респираторы, выпускаемые ООО «ДЕЗЕГА ХОЛДИНГ УКРАИНА» по массогабаритным характеристикам (рис. 1) существенно превосходят зарубежные аналоги (BG-4 – весом 14,59 кг и BioPack 240R (AP Alfa – на рынке СНГ) – весом 15,5 кг).



**Рис. 1 – Сравнение габаритных размеров регенеративных респираторов**

Таким образом, представленные основные параметры изолирующих регенеративных респираторов Р-30Е и Р-30ЕХ, разработанных и выпускаемых ООО «ДЕЗЕГА ХОЛДИНГ УКРАИНА» доказывают их существенные преимущества по сравнению с зарубежными аналогами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Диденко Н.С. Регенеративные респираторы для горноспасательных работ. – 2 изд. перераб. и доп. М.: Недра, 1990. – 160 с.
2. ДСТУ EN 145-2003. Засоби індивідуального захисту органів дихання. Автономні регенерувальні дихальні апарати зі стисненим киснем або зі стисненим киснем і азотом. Вимоги, випробування, маркування. – 29 с.
3. Пат. №51503u Україна. МПК А62В 7/02. Респіратор ізолюючий регенеративний / Литман Л.С. (UA); Попов В.М. (UA); заявник та патентовласник: ПАТ «ДЗГА» (UA). – u200911984; заявл. 23.11.2009; опубл. 26.07.2010. – 9 с.
4. Пат. №109974u1 Российская федерация. МПК А62В 7/02. Респиратор изолирующий регенеративный / Литман Л.С. (UA); Попов В.Н. (UA); Заявитель и патентообладатель: ПАО «ДЗГА» (UA). – №2010152467/12; заявл. 23.12.2010; опубл. 10.11.2011 – 12 с.
5. Пат. №1550u Республика Казахстан. МПК А62В 7/02. Респиратор изолирующий регенеративный / Литман Л.С. (UA); Попов В.Н. (UA); Талах А.Б. (UA); Касатка П.А. (UA); заявитель и патентообладатель: ПАО «ДЗГА» (UA). –U201409057; заявл.:11.08.2014; опубл. 29.07.2016. Бюл. №8. – 7 с.
6. Пат. №10901u Республика Беларусь. МПК А62В 7/02. Респиратор изолирующий регенеративный / Литман Л.С. (UA); Попов В.Н. (UA); Талах А.Б. (UA); Касатка П.А. (UA); заявитель и патентообладатель: ПАО «ДЗГА» (UA). – u201409057; заявл. 11.08.2014; опубл. 30.12.2015. – 8 с.

## ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕНЕСНИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ

Згідно з статистичними даними, як в Україні так і у світі, близько 95 % пожеж, гасять із застосуванням води. Враховуючи популярність використання даної вогнегасної речовини, на практиці існує ряд проблемних питань щодо її застосування, а саме: потреба значної її кількості, забезпечення нормативних витрат та тиску, що актуально для висотних будинків та будинків підвищеної поверховості, завдання суттєвих матеріальних збитків унаслідок пошкодження майна та затоплення суміжних приміщень, передбачення резервних вододжерел, що характерно для сільської місцевості та лісових масивів, тощо.

Доступні інформаційні джерела [1] вказують на наявність різноманітних засобів пожежогасіння, які є в розпорядженні пожежно-рятувальних підрозділів інших країн світу. Умовно їх можна поділити на три типи: переносні, пересувні та стаціонарні (рис. 1). Зазначені засоби відрізняються одна від одної за масогабаритними розмірами (від 50 до 300) кг та способами доставки на місце події (причеп або пожежно-рятувальний автомобіль), і як правило мають такі складові частини: насос високого тиску, паливний бак, шланг високого тиску, спеціальний ствол, а також додатково можуть бути обладнані ємністю для зберігання вогнегасної речовини. Перевагами використання таких засобів є: швидка доставка до місця пожежі та їх розгортання, гасіння осередків пожеж у важкодоступних місцях, а також висока потужність і продуктивність.



Рисунок 1 - Переносні, пересувні та стаціонарні технічні засоби пожежогасіння

Разом з тим у світі з'являються новітні технології, однією з таких є технологія гасіння пожеж з використанням повітрянаповненої піни – технологія ONE SEVEN [2], що удосконалена концерном GIMAEX Group S.A.S.Y. (Франція). Технологія ONE SEVEN являє собою високоефективний засіб пожежогасіння, для використання якого необхідно лише незначна кількість води. Це засіб придатний для гасіння пожеж у складних умовах. ONE SEVEN широко використовується в багатьох країнах світу, зокрема, в Німеччині, Франції, США, Великій Британії, Росії та Білорусії. Окрім системи ONE SEVEN, є також не менш ефективні переносні технічні засоби пожежогасіння, які знаходяться на оснащенні у пожежно-рятувальних підрозділах багатьох країн світу, це такі як: засіб пожежогасіння («HDL 70» Німеччина), установки протипожежні високого тиску (УПВТ «REIN» та «HIPRESS» MSA AUER (Німеччина), HLG «HYDROJET» та HLG «POWERJET» (Франція), установка протипожежна високого тиску (УПВТ «ЕРМАК» Росія), мобільна система («CAFS Mobile» Росія) та портативна система («CAFS 60-P» США) [3] (рис.2).



Рисунок 2 - Мобільна система («CAFS Mobile» Росія) та портативна система («CAFS 60-P» США)

Враховуючи вищезазначене можна констатувати факт, що на сьогоднішній день у провідних країнах світу для гасіння пожеж дуже широко застосовуються технічні засоби пожежогасіння, які комплектуються



насосами високого тиску. Основними перевагами застосування таких засобів є: швидке зниження інтенсивності тепла під час гасіння пожежі за допомогою використання тонкорозпиленних водяних струменів, незначна витрата вогнегасних речовин, зведення до мінімуму матеріальних збитків після їх використання.

На теперішній час в Українському науково-дослідному інституті цивільного захисту виконується науково-дослідна робота: «Провести дослідження та розробити пропозиції щодо застосування переносних технічних засобів пожежогасіння». Метою даної роботи є обґрунтування вимог до переносних технічних засобів пожежогасіння та розроблення пропозицій з підвищенням ефективності гасіння пожеж з їх застосуванням пожежно - рятувальними підрозділами ДСНС України.

Актуальність даної науково-дослідної роботи зумовлена необхідністю сприяння у вирішенні питань забезпечення ефективного гасіння пожеж пожежно-рятувальними підрозділами ДСНС в певних умовах, а саме:

- в багатоквартирних житлових будинках, за для суттєвого зменшення розмірів побічного збитку у результаті затоплення суміжних приміщень (характерно для багатоповерхових будинків і будинків підвищеної поверховості);

- в умовах браку вогнегасних речовин (характерно для сільської місцевості, лісових масивів тощо);

- в умовах, коли насосне обладнання пожежної техніки не в змозі забезпечити оптимальні робочі характеристики пожежних стволів щодо тиску та витрати води (характерно для будинків підвищеної поверховості та висотних будинків);

- в умовах коли подавання вогнегасної речовини на певну висоту не можливе із застосуванням насосного обладнання систем протипожежного захисту будинків (характерно для висотних будинків).

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Каталог продукції компанії ТОВ «ПОСТ-01» [Електронний ресурс] – Режим доступу: [www.post-01.com.ua](http://www.post-01.com.ua).

2. CAFS - Straight answers for the beginner or the experienced user [Electronic resource] – [cafsinfo.com](http://www.cafsinfo.com), 2008. - Mode of access: <http://www.cafsinfo.com/index.html> Date of access : 05.03.2009.

<sup>1</sup>М. О. Пустовіт, <sup>2</sup>А. С. Борисова, <sup>1</sup>Є. О. Таран,

<sup>1</sup>Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, <sup>2</sup>УкрНДІЦЗ

#### АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ

Застосування роботизованих автоматизованих систем пожежогасіння все частіше вивчається у зв'язку з регулярним впливом небезпечних факторів на пожежних-рятувальників. Роботизована система являє собою механічний пристрій, який виконує завдання з допомогою спеціалізованих датчиків для сприйняття навколишнього середовища, комп'ютерних програм для управління роботом у цьому середовищі, і людини - оператора, для допомоги з управління функціями робота.

Є цілий ряд автоматизованих систем, що розроблені для підтримки пожежних при виконанні широкого спектру пожежно-рятувальних робіт, в тому числі пожеж в будівлях, транспортних засобах, літаках, кораблях і лісах. У доповненні до значної кількості сценаріїв розвитку пожежі, функціональні можливості, що включені до роботизованої системи можуть знадобитися для підтримки пожежних в таких завданнях, як наближення до вогню, ідентифікація людей пастках, виявлення пожежі, контроль поширення вогню і полум'ясподавлення. Проаналізовано роботизовані системи, які були розроблені для боротьби з пожежами, а також деякі аспекти дизайну цих робіт.

Є два основних типи автоматизованих роботизованих систем, які були розроблені для гасіння пожеж: фіксовані та мобільні системи. Фіксовані системи, такі як автоматизовані лафетні стволи, використовуються в тих випадках, коли існує значна небезпека загоряння, і пожежу необхідно максимально швидко загасити. Деякі приклади застосування включають в себе райони посадки повітряних суден, складські приміщення та тунелі [1-3]. Ці системи мають ультрафіолетові або інфрачервоні датчики для цільового направлення засобів гасіння у вогнище пожежі та подальшу локалізацію. Мобільні системи мають розширені можливості, щоб допомогти оператору в навігації і виконувати більш широкий спектр завдань.

Наземні мобільні робототехнічні системи для роботи на відкритій місцевості – це, в основному, автомобілі з бортовими системами пожежогасіння, які керуються дистанційно оператором. Такі роботи пересуваються зі швидкістю 2,4 - 20 км / год за допомогою коліс або гусениць, мають масу 450 - 9300 кг і мають вбудовані можливості гасіння пожежі. Подібні роботи живляться від акумуляторних батарей або оснащені дизельним двигуном. Системи пожежогасіння, що встановлюються на роботах, оснащують водяними та пінними стволами, які здатні подавати компактні та розпилені струмені. Як правило, подібні роботи використовують бездротове з'єднання для дистанційного керування, передачі інформації від датчиків на борту робота до оператора навігації та пожежогасіння. Датчики на роботах включають візуальні камери, інфрачервоні камери, датчики концентрації газу, а також дальноміри, для об'їзду перешкод.

Літальні апарати також використовуються в багатьох операціях пожежно-рятувальних підрозділів на

відкритому повітрі для гасіння пожеж та пошуково-рятувальних робіт. Чимало підрозділів починають використовувати квадрокоптери, що управляються оператором, але з-за їх обмеженої вантажопідйомності вони зазвичай містять обмежені датчики, такі як камери і мікрофон [4]. Незважаючи на обмежені технології на борту, ці літальні апарати досить швидко та ефективно надають рятувальникам альтернативний огляд області пошуку для підтримки їх дій. Останнім часом, літаки і гелікоптери – безпілотники, що розроблені для військових операцій, переорієнтовують для підтримки гасіння лісових пожеж з повітря [5]. Ці БЛА більші за розміром (метрів в довжину/розмах крил), можуть перевозити більше вогнегасних речовин (до 3 тон), і містять безліч датчиків для моніторингу та оцінки обстановки на пожежі [6].



ArchiBot-M DRB Fatec Co. LTD



Терміт Т2, Howe Technologies

*Рис. 1 – Автоматизовані роботи для гасіння зовнішніх пожеж.*

Велике різноманіття мобільних роботів розроблено для гасіння внутрішніх пожеж та надання додаткової інформації оператору в обмеженому просторі. Вони включають в себе літальні апарати ( в основному квадро- або гексакоптери), гусеничні чи колісні наземні транспортні засоби, схожі з біологічними роботами типу «змія» [7], «жуку» [8] та «гуманоїд» [9]. Роботи розглядаються як в якості спостерігачів за розвитком пожежі, так і в якості помічників пожежних. Відповідно до цього, роботи розробляються для виявлення пожеж, виявлення небезпек всередині будівель, локалізації і ліквідації пожеж та пошуково-рятувальних робіт.

Оскільки будівлі призначені для людей, людиноподібні роботи розробляються, щоб допомогти пожежним з виконанням завдань в умовах надзвичайних ситуацій, зокрема відкриття дверей, використання сходів та прокладання рукавних ліній. Гуманоїдний робот THOR розроблений в Вірджинії, може працювати в складних умовах з використанням стереоскопічного ІЧ - тепловізора для прокладання маршруту через дим, ідентифікацію та класифікацію пожежі, обертаємий лазерний дальномір (лідар) для створення карти розташування перешкод в тривимірному просторі та стереоскопічні RGB камери, щоб накласти карти розташування перешкод на тривимірне кольорове зображення пожежі). Цей робот був розроблений в програмі Shipboard Autonomous Firefighting Robot (SAFFiR) для надання допомоги ВМС США з завданнями контролю та гасіння пожеж.

Проведеними дослідженнями на борту екс - USS Shadwell морської дослідної лабораторії, THOR йшов по деформованих тепловим випромінюванням палубах, оснащений пожежним стволом з рукавом, працював в парі з людиною, щоб загасити вогонь у відсіку за допомогою водяного струменя.

Хоча прогрес у використанні роботів в закритих приміщеннях значно прискорюється сьогодні, використання роботів для навігації в невідомих просторах є складним завданням, і як і раніше вимагає певного рівня людської діяльності. Крім того, ідентифікація, локалізація і маніпулювання об'єктами є складним завданням для робота, яке досі вимагає людини-оператора і значних обчислювальних потужностей, особливо для виконання завдань на невідомих об'єктах.

Майбутнє використання автоматизованих роботів в гасінні пожежі буде залежати від міцності робота, достатньої кількості датчиків для моніторингу і сприйняття навколишнього середовища, можливих виконуваних завдань, вартості, рівня автономії та швидкості руху. Для пожежно-рятувальної служби, вартість є важливим фактором, і в даний час обмежує більш широке використання робототехніки в пожежогасінні. Однак, коли роботи стануть більш ефективними при проведенні робіт з пожежогасіння, а пожежні зможуть контролювати їх роботу в безпечних місцях, роботи будуть використовуватися набагато більше для підтримки пожежних.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Chen, Tao, et al. "An automatic fire searching and suppression system for large spaces." Fire safety journal 39.4 (2004): 297-307.
2. Yuan, Feiniu. "An integrated fire detection and suppression system based on widely available video surveillance." Machine Vision and Applications 21.6 (2010): 941-948.

3. De Santis, A., B. Siciliano, and L. Villani. "Fuzzy trajectory planning and redundancy resolution for a fire fighting robot operating in tunnels." Robotics and Automation, 2005. ICRA 2005. Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on. IEEE, 2005.
4. "Drone takes Virginia Fire Department to New Heights," Dronelife News, May 14, 2015.
5. Roberts, M.R., "5 Drone Technologies for Firefighting," Fire Chief Magazine, March 20, 2014.
6. Wells, J., "Could the Next Firefighter be a Drone?," CNBC, November 20, 2014.
7. P. Liljebäck, O. Stavadahl, and A. Beitnes, "SnakeFighter-development of a water hydraulic firefighting snake robot," Control, Automation, Robotics and Vision, 2006. ICARCV'06. 9th International Conference on, 2006, pp. 1-6.
8. J. H. Hong, B.-C. Min, J. M. Taylor, V. Raskin, and E. T. Matson, "NL-based communication with firefighting robots," Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2012 IEEE International Conference on, 2012, pp. 1461-1466.
9. Kim, J.-H., & Lattimer, B. Y. (2015). "Real-time probabilistic classification of fire and smoke using thermal imagery for intelligent firefighting robot," Fire Safety Journal, 72, 40-49.

*М. О. Пустовіт, К. Ю. Придаток, А. В. Потапенко  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

### **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ КЛІТИННИХ АВТОМАТІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖІ В ПРИМІЩЕННІ**

Клітинні автомати (далі – КА) є найпростішою моделлю просторово-розподіленої системи, яка може бути застосована для моделювання різноманітних реальних процесів завдяки її потенціалу. КА являє собою сукупність клітин на регулярній сітці заданої форми, яка розвивається через число дискретних часових кроків у відповідності з набором правил переходів, що ґрунтуються на стані сусідніх клітин. Правила ітеративно працюють стільки часу, скільки задано кроків. Отже, їх можна застосувати для моделювання складних динамічних систем, базою яких є місцева динаміка компонентів. Додатковою перевагою при використанні КА є відображення результатів в графічному вигляді, що полегшує розуміння дискретної динаміки досліджуваної системи.

Підхід ґрунтується на використанні двох взаємопов'язаних КА: один для моделювання поширення вогню і один для моделювання розповсюдження диму. Два КА змінюють свій стан з різними темпами, оскільки швидкість поширення вогню і диму може бути дуже різною. Крім того, перехідні правила КА, що описують поширення диму пов'язані з часом роботи КА поширення вогню.

Клітинні автомати досить широко використовуються для моделювання розповсюдження лісових пожеж [1]. Проте, їх можливо також використовувати для моделювання поширення пожежі всередині будівель. Для того щоб описати КА, які являють собою основу моделі, ми повинні відобразити наступні їх характеристики: просторову структуру; прилеглу структуру; змінні стану; змінні часу; правила переходів.

Просторова структура клітинних автоматів представлена сіткою клітин, які можуть бути зазначені в будь-яких розмірах. Ця сітка, зазвичай, складається з подібних клітин, багатокутників правильної форми (наприклад, шестикутники і трикутники). У нашому випадку просторова рамка для обох автоматів представлена як кінцева двовимірна ортогональна сітка з квадратних комірок [3].

Прилегла структура, зазвичай, обмежена областю навколо кожної комірки. В даному випадку використовується Мооге-подібне прилягання (рис. 1).

Змінні стану клітинного автомата подаються набором атрибутів, які описують свої "стани" в певний момент часу. У випадку пожежі автомат значень комірок може бути

0 = EMPTY (описує осередок, який застрахований від пожежі (або вже спалений, або неможливо спалити - наприклад, бетонна стіна);

1 = UNBURNED (описує осередок з наявністю матеріалів, які можуть горіти, але ще не зайнялись);

2 = BURNING (описує осередок, який горить).

У випадку КА поширення диму значення комірок може бути:

0 = BLANK (описує осередок, який не може містити диму - наприклад, бетонна стіна);

1 = WITHOUT\_SMOKE (описує незадимлений осередок);

2 = WITH\_SMOKE (описує осередок, що задимлений).

Час складається з дискретних кроків, коли застосовуються правила переходу, щоб одержати стан кожної комірки, яка міститься в сітці. Через різницю між швидкістю поширення вогню і диму, швидкість поширення КА диму відбувається швидше, ніж КА вогню.

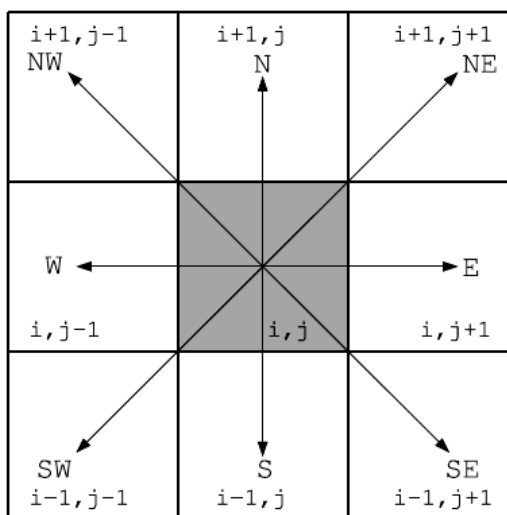


Рис.1 – Moore-подібне прилягання

Правила переходів встановлюють, яким чином стан комірки змінюється в часі. Грунтуючись на своєму власному стані, стані своїх сусідів і правилах переходів, комірка робить висновок, яким має бути її новий стан. Всі комірки змінюють свої стани одночасно. У даному випадку розроблено складні правила переходу для обох КА, які включають ймовірнісні функції та комплекс обмежень.

Також слід зазначити першорядну вагу коефіцієнту заповнення пожежного навантаження. Для того, щоб пожежа могла поширюватися, цей коефіцієнт має бути не менше 41% для моделі КА, що працює із обліком 8-ми найближчих сусідів. Наступним за значущістю чинником є займистість палива.

При поганій займистості палива критичне значення коефіцієнта заповнення, коли буде можливе поширення пожежі, підвищується. При занадто низькій займистості навіть стовідсоткове заповнення паливом не гарантує поширення пожежі.

У розробленій моделі площа поверху будівлі подається у вигляді безлічі елементів – розрахункових одиниць площі (що відповідають квадратному метру, сантиметру тощо), кожен з яких має свої характеристики горючого навантаження, у тому числі, лінійну швидкість поширення полум'я. Поширення пожежі в тому чи іншому напрямку від джерела запалення визначається ймовірністю загоряння кожного такого елемента. Таким чином, дана модель є імітаційною ймовірнісною моделлю [4].

Загоряння комірки  $(x, y)$  впливає на одну з прилеглих комірок  $(x_i, y_j)$ .

Ймовірність загоряння визначається виходячи з матеріалів, що горять, та їх розташування в сусідніх комірках. Ці ймовірності укладені в структурі багатовимірного масиву для всієї сітки, що є тривимірним: два з них  $(x$  та  $y)$ , вказують положення у сітці для вихідної комірки  $(x, y)$ , а третій показує положення сусідніх комірок.

Перед перемальовуванням кожного кадру анімації за формулою (1) проводиться обчислення ймовірності загоряння кожного елемента з урахуванням його характеристик і наявності сусідніх елементів, що горять:

$$p_F = \frac{v \cdot r_F}{4} \quad (1)$$

де  $v$  – лінійна швидкість поширення полум'я, виражена в одиницях [елемент/кадр анімації];

$r_F$  – параметр, що характеризує вагові коефіцієнти комірки КА, зокрема кількість і відносне розташування сусідніх елементів, що горять. Він може набувати значення в інтервалі  $[0..12]$ , оскільки «питома вага» елементів, що горять, розташованих ортогонально по відношенню до того, що розглядається, приймається в 2 рази більше, ніж діагонально розташованих

$$r_F = 2n_+ + n_x \quad (2)$$

де  $n_+$  – кількість елементів, що горять, розташованих ортогонально по відношенню до того, що розглядається;

$n_x$  – кількість елементів, що горять, розташованих по діагоналі до вихідного.

Такий підхід зумовлений тим, що на імітаційному рівні поширення полум'я подібно до теплообміну випромінюванням. Горючі матеріали, що розташовані на деякій відстані від фронту полум'я, в результаті такого теплообміну поступово нагріваються і запалюються [5]. А теплообмін випромінюванням між тілами обернено пропорційний до квадрата відстані між ними [6, формула (18.50)]:

Відстань між центрами діагонально розташованих елементів в  $\sqrt{2}$  разів більше відстані між елементами, розташованими ортогонально, тому імітується в 2 рази менш інтенсивна взаємодія між ними.

Правила переходів стосовно клітинного автомату поширення пожежі для осередку  $(x, y)$  на крок за часом  $t$ , позначається  $A(x, y)_t$ , (3):

$$A(x, y)_t = \quad (3)$$

де  $time\_expired(x, y)$  є лічильником, який зменшується від максимального значення  $\tau_{пож}(x, y)$  на кожен часовий крок, поки значення клітинного автомату не досягне 0.

Висновок: наведена модель клітинного автомату дозволяє вирішити задачу щодо моделювання поширення пожежі всередині будівель. Подальші дослідження будуть спрямовані на візуалізацію моделі клітинного автомату.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Encinasa L.H., Whiteb S.H., del Reyс M., Sanchez R., "Modelling forest fire spread using hexagonal cellular automata", Applied Mathematical Modelling, Vol. 31, Issue 6, 2007, pp. 1213-1227.
2. Wolfram S. "Theory and applications of cellular automata". Vol. 1, Advances Series on Complex Systems. World Scientific, Singapore, 1986.
3. Рудницький В.Н. Моделирование процессов тушения пожара для компьютеризированных тренажерных комплексов: монография / В.Н. Рудницький, В.Я. Мильчевич, М.А. Пустовит. – Кубанский институт информзащиты, Краснодар: Цифровая типография №1, 2013. – 110 с.
4. Гвоздь В.М. Алгоритм прогнозирования опасных факторов пожара./ В.М. Гвоздь, О.Л. Костенко // Проблемы пожарной безопасности. Сб. науч. тр. АПБ Украины Спец. вып. – Харьков: Фолио, 2001. – С. 10 – 14.
5. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара: лабораторный практикум / Ю.А. Кошмаров, Ю.С. Зотов, В.В. Андреев, С.В. Пузач. - М.: МИПБ МВД России, 1997. – 68 с.

*В. В. Сировий, к. т. н., доц., К. М. Остапов,  
Національний університет цивільного захисту України*

#### ПОЖЕЖОГАСІННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ГАСІННЯ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧИМИ СКЛАДАМИ АУТГОС-М

За останнє десятиліття кількість пожеж в Україні аж ніяк не зменшилася і на сьогоднішній період становить величину порядку 70 тис. пож./рік. У зв'язку з цим питання розробки і впровадження в практику нових вогнегасних складів і прийомів їх подачі залишаються актуальними. На даний момент найбільш поширеною вогнегасною речовиною залишається вода. Вона доступна, відносно недорога і універсальна. Однак має істотний недолік, що полягає в порівняно великих втратах за рахунок стікання з похилих (вертикальних) поверхонь палаючих об'єктів, що істотно знижує її вогнегасну ефективність і призводить до додаткових витрат від проливання води, на розташовані нижче поверхи. Суттєво зменшити втрати вогнегасної речовини, прямі і непрямі збитки, дозволяє застосування гелеутворюючих складів (ГУС) [1], які досить міцно самозакріплюються на похилих і вертикальних поверхнях, що, в порівнянні з використанням тільки води, значно зменшує втрати вогнегасної речовини, пов'язані з її стіканням.

Сучасні ГУС складаються, в основному, з двох роздільно збережених і одночасно поданих компонент. Така особливість ГУС обумовлює необхідність використання нестандартних засобів зберігання і подачі, зокрема установок АУТГОС і АУТГОС-П [2].

Розвиваючи ідею досліджень [1, 2] в частині гасіння пожеж ГУС із застосуванням установок конструкції типу АУТГОС можна констатувати, що вони не завжди забезпечують локалізацію та ліквідацію пожеж при дистанційному (близько 10 метрів) пожежогасінні [3]. Недоліки установок АУТГОС і АУТГОС-П випливають з того, що їх застосування не регламентовано даними балістики струменів двох водних розчинів компонент ГУС [4], які апріорі пов'язані з синергическим ефектом змішування струменів двох водних розчинів компонент складових ГУС. Причому, їх змішування здійснюється за рахунок утримання стволів-розпилювачів в ручному режимі, тобто «на око» оцінюються просторові позиції стволів-розпилювачів, які націлюють на вогнище пожежі приблизно, до того ж довільним чином реалізується орієнтація спільної подачі струменів компонентів ГУС на об'єкт пожежогасіння.

Іншими словами, використання установок АУТГОС і АУТГОС-П без належного тактико-технічного забезпечення не виключає помилок передчасного утворення крапель гелю в процесі руху бінарного потоку ГУС до осередку пожежі. В результаті краплі несвоечасно утвореної суміші, не застиглого гелю будуть випадати «в осад» на підступах наближення до об'єкта пожежогасіння, і ефективність подачі ГУС цими установками знизиться.

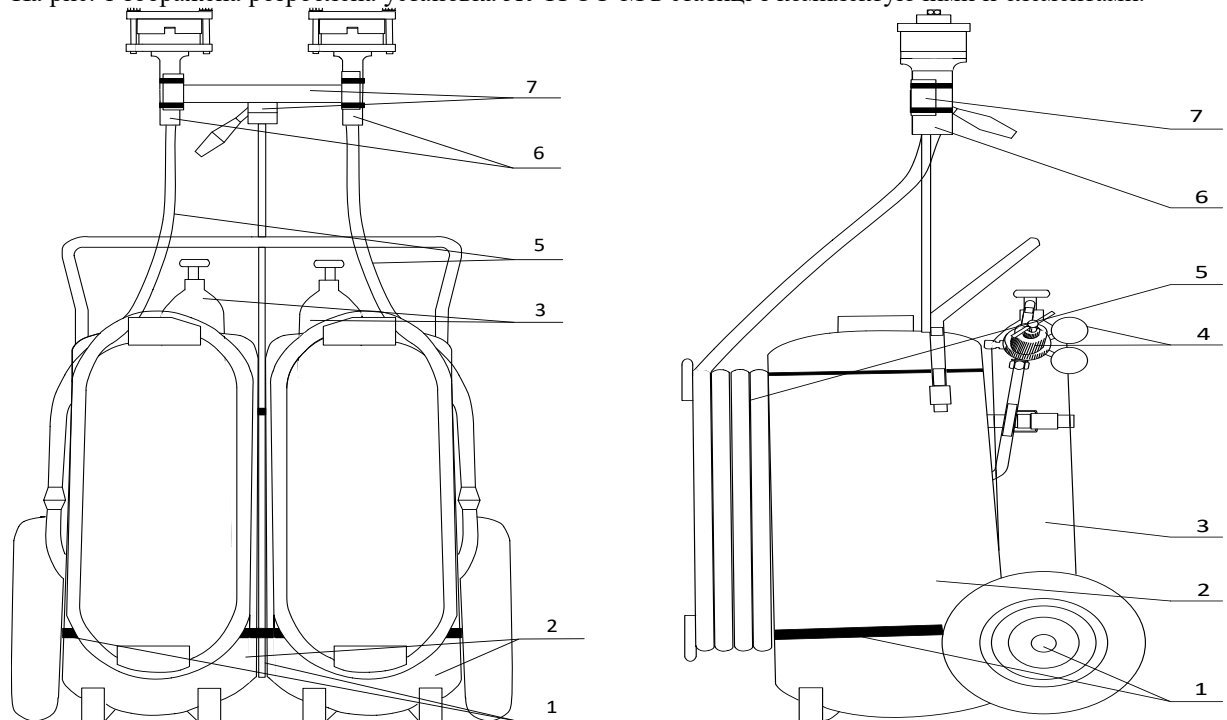
У зв'язку з вище сказаним, метою роботи є підвищення ефективності використання ГУС при дистанційному (близько 10 метрів) пожежогасінні. За рахунок конструктивного забезпечення цілеспрямованого дистанційного подаванням компактних або розпоршених струменів ГУС стволами-розпилювачами в простір над/перед осередком пожежі так, що рухаються по заздалегідь розрахованим траєкторіях краплі складових ГУС спочатку не контактують один з одним, а наприкінці льоту (в момент досягнення ними простору над/перед осередком пожежі) змішуються, між ними відбувається механічна і хімічна взаємодія, в результаті якого вони,

осідаючи у вигляді шарів, рясно покривають поверхню палаючих в осередку об'єктів, локалізуючи і припиняючи горіння.

Поставлена задача вирішується за допомогою розробленої нами установки АУТГОС-М. Яка призначена для гасіння пожеж і захисту сусідніх з осередком пожежі об'єктів, рідкими вогнегасними речовинами, зокрема - водними розчинами ГУС, а також для використання в дослідницьких цілях при створенні інструкцій користувачам автономних установок дистанційного пожежогасіння (тактико-технічного забезпечення).

АУТГОС-М містить несучий каркас (раму), де встановлені: дві ємності з компонентами ГУС, балони зі стисненим повітрям мають індикатори візуального контролю тиску в ємностях, які об'єднані редуктором прямої дії. При чому, збережена в ємностях, під тиском повітря, кожна з компонент ГУС, завдяки системі сполучних гнучких шлангів, подається на об'єкт пожежогасіння за допомогою двох стволів-розпилювачів, що мають по одному крану для їх закриття і відкриття, що пов'язано з окремою або спільною подачею компонент ГУС. Крім того на несучому каркасі (на рамі) встановлено пристосування наведення стволів-розпилювачів на об'єкт пожежогасіння з верифікацією по кутах піднесення, кутах ризику, висоті і базовій ширині симетричного розміщення і фіксації стволів-розпилювачів.

На рис. 1 зображена розроблена установка АУТГОС-М в статиці з комплектуючими її елементами:



**Рис. 1. Загальний вигляд установки АУТГОС-М**

Один з тактичних прийомів використання установки АУТГОС-М передбачає подачу в осередок пожежі розпорощених компонент бінарного потоку ГУС з однієї точки двома стволами-розпилювачами, націленими на вогнище під різними кутами піднесення  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  по заздалегідь розрахованим траєкторіях їх руху. Звідки випливає, що процес руху незатоплених струменів (складових ГУС) природним чином ділиться на три етапи: етап 1 - уприскування компактних частин складових ГУС в атмосферу; етап 2 - вільний рух розпорощених струменів; етап 3 - потрапляння на об'єкт пожежогасіння розпорощених струменів ГУС. Саме на третьому етапі розчини обох компонент ГУС доцільно формувати над/перед осередком пожежі як суміш крапель двох складових.

Проте, всі три етапи відносяться до зовнішньої балістики компактних або розпорощених струменів водних розчинів і тому допускають прогнозування свого руху в просторі розрахунковими методами [5].

Очевидно, що в обох різновидах цього завдання неважко знайти оптимальні (раціональні) дистанції, і відповідні їй пари кутів піднесення при яких ефективність пожежогасіння буде здійснена найкращим чином. В одних випадках змішування компонент ГУС бажано здійснювати в кінці третього етапу траєкторії потоку; в інших-в кінці другого (на початку третього) етапу [6].

Тактико-технічне забезпечення і дії пожежних-рятувальників в цих випадках зводиться до наступного: визначається об'єкт пожежогасіння, з т.з. його розташування на рівні (вище/нижче) зрізу стволів установки типу АУТГОС-М; однакові стволи-розпилювачі установки АУТГОС-М розміщуються і фіксуються за допомогою спеціального пристосування установки в вихідну позицію з віддаленням від епіцентру вогнища пожежі; виставляються згідно з даними розрахунку кути піднесення стволів по відношенню до горизонту; одночасним

відкриванням кранів стволів-розпилювачів надається однакові початкові швидкості витікання обом струменям складових ГУС, які з певним тиском впливають з цих стволів.

Як вже ішлося раніше установка може використовуватися при розробці тактико-технічного забезпечення (таблиці «стрільб») шляхом дослідження тактико-технічних характеристик процесів дистанційної подачі водних і гелеутворюючих бінарних складів (траєкторія, площа ураження та ін.) При різних оперативних умовах за допомогою верифікації параметрів розташування і фіксації стволів-розпилювачів завдяки наявності в установці спеціального пристосування. Потім, використовуючи отримані таблиці «стрільб» установка може застосовуватися для гасіння пожеж на практиці.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. 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.
2. Киреев А.А. Определение показателя огнетушащей способности гелеобразующих огнетушащих составов при тушении модельного очага пожара 1А / А.А. Киреев, К.В. Жерноклёв, А.В. Савченко // Проблемы пожарной безопасности. — 2010 — Вып. 28. — С. 74 — 80. — Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol28/29.pdf>.
3. Остапов К. М. Дистанционное пожаротушение бинарными потоками огнетушащих составов / К. М. Остапов // Науковий вісник будівництва. — 2016. — Т. 86, № 4. — С. 276-279. — Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb\\_2016\\_86\\_4\\_62](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2016_86_4_62).
4. Росоха С. В. Повышение эффективности пожаротушения подачей огнетушащих составов бинарными потоками / С. В. Росоха, Ю. Н. Сенчихин, В. В. Сыровый, К. М. Остапов // Науковий вісник будівництва. — 2016. — № 3. — С. 275-280. — Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb\\_2016\\_3\\_63](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2016_3_63).
5. Горбань Ю.И. Пожарные работы и стволовая техника в пожарной автоматике и пожарной охране / Горбань Ю.И. — М.: Пожнаука, 2013. — 352 с.
6. Росоха С. В. Повышение эффективности пожаротушения подачей огнетушащих составов бинарными потоками / С. В. Росоха, Ю. Н. Сенчихин, В. В. Сыровый, К. М. Остапов // Науковий вісник будівництва. — 2016. — № 3. — С. 275-280. — Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb\\_2016\\_3\\_63](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2016_3_63).

*О. О. Сізіков, к. т. н., с. н. с., В. В. Ніжник, к. т. н., с. н. с., Я. В. Балло, Н. М. Довгошеєва, С. Ю. Голікова, Український науково-дослідний інститут цивільного захисту*

#### ВПЛИВ МОДИФІКУВАЛЬНИХ ДОБАВОК ДО ВОДИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Значна висота будівлі (наприклад, більше 73,5 м) висуває особливі вимоги до пожежної безпеки таких споруд та технічних характеристик протипожежних інженерних систем, зокрема системи внутрішнього протипожежного водопроводу (далі - СВПВ) та системи пожежогасіння (далі - СП). СВПВ у будівлях з умовною висотою вище 73.5 м, відповідно до національних норм [1] проектується виключно відокремленою відносно системи внутрішнього господарсько-питного водопроводу. Дана вимога обумовлена необхідністю забезпечення надійного функціонування СВПВ незалежно від інших систем водопостачання у висотних будівлях.

В роботах [2-3] досліджені проблемні питання експлуатації СВПВ у висотних будівлях та зокрема запропоновано для підвищення ефективності СВПВ використання водної вогнегасної речовини з 1% вмістом  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  та  $\text{K}_2\text{CO}_3$  в рівних пропорціях (далі - ВВР) у відокремленій від господарсько-питного водопроводу СП.

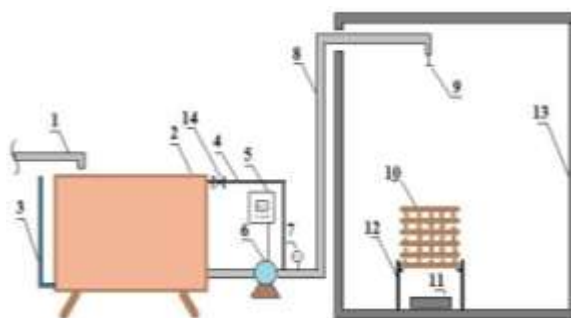
За результатом експериментальних досліджень [4-5] у лабораторних умовах досліджено відносну вогнегасну ефективність водних вогнегасних речовин бінарної суміші  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  та  $\text{K}_2\text{CO}_3$  у порівнянні з водою без добавок під час гасіння модельних вогнищ класу А та В. При цьому було визначено, що за однакових умов випробувань під час гасіння макетних вогнищ пожежі класу А та В тонкорозпиленою досліджуваною ВВР, критична інтенсивність подачі досліджуваного розчину на гасіння складає  $0,48 \text{ г/см}^2 \cdot \text{сек}$  для класу А та  $0,076 \text{ г/см}^2 \cdot \text{сек}$  для класу В, що в 2,2 та 2,7 рази відповідно ефективніше ніж гасіння водою без модифікувальних добавок.

З урахуванням того, що зазначені дослідження проводилися в лабораторних умовах, було прийнято рішення подальші експериментальні дослідження проводити з використанням випробувального обладнання, що забезпечує параметри функціонування адекватні реальним параметрам функціонування СП, а модельні вогнища пожежі – адекватні реальному пожежному навантаженню на об'єкті. Таким чином, постало питання проведення досліджень для визначення впливу досліджуваної ВВР на відносну вогнегасну ефективність спринклерної СП шляхом проведення натурних вогневих випробувань.

Визначення відносної вогнегасної ефективності СП проводилося шляхом гасіння модельного вогнища пожежі класу 13А за ДСТУ EN 3-7:2014 спринклерною СП, спорядженою досліджуваною ВВР порівняно з СП спорядженою водою без модифікувальних добавок за розробленою методикою. Вибір модельного вогнища

пожежі обумовлено величиною його пожежного навантаження  $\sim 380$  МДж/м<sup>2</sup>, що відповідає пожежному навантаженню для громадських та житлових будинків, яке знаходиться в межах (150-400 МДж/м<sup>2</sup>).

Експериментальні натурні дослідження проводилися в метрологічно атестованому випробувальному боксі для проведення вогневих випробувань ВБК 285. На рис. 1 наведено схемне зображення випробувального стенду для проведення натурних вогневих випробувань.



**Рис. 1. Схематичне зображення випробувального стенду для проведення натурних вогневих випробувань, де 1 – наливний трубопровід; 2 – резервуар для води або ВВР; 3 – індикатор для визначення кількості води в резервуарі; 4 – байпасна лінія регулювання тиску; 5 – блок управління насосною станцією; 6 – насос; 7 – манометр; 8 - подавальний трубопровід; 9 – спринклерний зрошувач типу Viking (10 мм, К-фактор 80); 10 – модельне вогнище пожежі класу А; 11 – деко для палива; 12 – підставка; 13 – випробувальний бокс ВБК 285; 14 – запірний кран.**

Критеріями для визначення ефективності гасіння під час проведення експериментальних натурних досліджень прийнято час гасіння (t, с) ВВР з модифікувальними добавками та водою без них за однакових умов їх подавання, а також загальну кількість (М, л) ВВР або води без добавок, які подані спринклерним зрошувачем на захищувану площу під час гасіння модельного вогнища пожежі класу 13А.

Площа, яка захищується спринклерним зрошувачем відповідно до заявлених характеристик складала 12 м<sup>2</sup>, таким чином розміщення модельного вогнища пожежі класу 13А із загальною площею горіння 4,7 м<sup>2</sup> під час проведення кожного повтору та етапу експериментальних досліджень обиралося довільно в межах площі зрошування спринклером.

Результати експериментальних досліджень з визначення впливу модифікувальних добавок до води на ефективність гасіння модельного вогнища пожежі класу 13А спринклерною системою пожежогасіння наведені в таблиці 1.

**Таблиця 1 - Результати експериментальних досліджень гасіння стандартних модельних вогнищ пожежі 13А водою та ВВР з 1% вмістом K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> та Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> у мольному співвідношенні 1:1**

Вид ВВР	Об'єм витрачений на гасіння, V, л		Тривалість подавання ВВР до досягнення гасіння t, с		Зменшенн я об'єму ВВР витрачено го на гасіння	Зменшенн я тривалості гасіння
	Результати 3 дослідів	Середнє значення	Результати 3 дослідів	Середнє значення		
Вода без добавок	1333	1318	713	705		
	1397		747			
	1225		655			
ВВР з вмістом 1% K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> та 1% Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> у мольному співвідношенні 1:1	1176	1114	562	541	18%	30%
	1065		517			
	1121		544			

Встановлено, що при подаванні спринклерним зрошувачем ВВР з інтенсивністю 0,18-0,21 л·с<sup>-1</sup>·м<sup>-2</sup> витрата досліджуваної речовини з 1% вмістом Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> і K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> у мольному співвідношенні добавок 1:1, на гасіння модельного вогнища пожежі класу 13А в середньому на 18% менше, ніж для води без модифікувальних добавок. При цьому, час гасіння СП, заповненою досліджуваною ВВР, в середньому на 30% менше, ніж для води без модифікувальних добавок. Зменшення часу гасіння та кількості витраченої досліджуваної ВВР у порівнянні із водою без модифікувальних добавок може бути пояснено реалізацією комплексу таких факторів як



інгібувальний ефект добавок  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  і  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , а також посиленням охолоджуючого ефекту за рахунок підвищення дисперсності вогнегасної речовини через спринклерний зрошувач та зниження поверхневого натягу ВВР.

**Висновок.** За результатом експериментальних досліджень з визначення впливу модифікувальних добавок до води на відносну вогнегасну ефективність СП встановлено, що за однакових умов подачі ВВР з 1% вмістом  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  та  $\text{K}_2\text{CO}_3$  в рівних пропорціях із СП, кількість досліджуваного розчину на гасіння модельного вогнища пожежі класу 13А у середньому становить 1114 л, що на 18% менше, ніж для води без цільових добавок. При цьому час гасіння СП заповненою досліджуваним ВВР у середньому складає 541 с, що на 30% менше, ніж для води без модифікувальних добавок.

За результатом проведених експериментальних досліджень ВВР та води без модифікувальних добавок доведено комплексну дію модифікувальних добавок на основі  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  та  $\text{K}_2\text{CO}_3$  в рівних пропорціях в концентрації 1%, що впливають на відносну ефективність гасіння модельного вогнища пожежі класу А за однакових умов подачі.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.2-24:2009 Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків, Мінрегіонбуд України, наказ від 12.02.2009р. №67 – 114 с.
2. С.В. Жартовський, О.О. Сізіков, В.В. Ніжник, Я.В. Балло, М.І. Копильний Визначення хімічних показників водних вогнегасних речовин під час їх тривалого перебування в сталевому трубопроводі системи пожежогасіння // XVIII Всеукраїнська науково-практична конференція «Сучасний стан цивільного захисту в Україні: перспективи та шляхи європейського простору». – Київ. – 2016 – 139 с.
3. Сізіков О.О., Уханський Р.В., Балло В.П., Балло Я.В. Особливості проектування зонованих систем внутрішнього протипожежного водопроводу у будівлях з умовною висотою вище 26,5 м // Науковий вісник УкрНДІПБ. К:УкрНДІЦЗ, 2014.- №1(29). – с.30-36.
4. Жартовський С.В., Ніжник В.В., Уханський Р.В., Балло Я.В. Виявлення впливу хімічного складу водних вогнегасних речовин на основі  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  та  $\text{K}_2\text{CO}_3$  на їх вогнегасну ефективність під час гасіння вогнищ класу А // Міжнародна науково-практична конференція «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій». – Черкаси. – 2016. – с. 46-49.
5. Антонов А.В., Дуношкін В.О., Жартовський В.М., Жартовський С.В., Боровиков В.О., Тимошенко О.М., Копильний М.І. «Провести дослідження з розкриття особливостей процесів припинення горіння горючих речовин під час застосування сучасних вогнегасних речовин та технологій їх подавання», К.: УкрНДІЦЗ, 2015 – 147 с.
6. ДСТУ EN 3-7:2014 Вогнегасники переносні. Частина 7. Характеристики, вимоги до робочих параметрів і методи випробувань (EN 3-7:2004+A1:2007, IDT) наказ Мінекономрозвитку від 30.12.2014 р. N 1494 – 157 с.

*А. Г. Снісаренко, к. психол. н., доцент, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України*

#### КОМПЛЕКТУВАННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ З ВИКОРИСТАННЯМ „М’ЯКИХ” ОБЧИСЛЕНЬ

Сучасний світ знаходиться в умовах неперервних природних катаклізмів. До природних явищ додаються техногенні, екологічні катастрофи, а також загрози, що виходять від окремих суб’єктів, або викликані іншими, можливо випадковими факторами. У розвинених країнах створені спеціальні служби, що надають допомогу людям, які потерпіли у вищевказаних ситуаціях. В Україні відповідні функції покладені на МНС і їх певний універсалізм є причиною існування проблем забезпечення та комплектування рятувальних підрозділів технічними засобами. У більшості випадків їх носієм є пожежний автомобіль і у цьому випадку маємо протиріччя між необхідністю забезпечення універсальності аварійно-рятувальної техніки (АРТ) та обмеженістю носія. Необхідно розв’язати задачу оптимального комплектування АРТ.

У доповіді запропоновано вважати критеріями, які визначають вибір того чи іншого комплекту АРТ,  $F_1$  – функціональність,  $F_2$  – потужність,  $F_3$  – надійність,  $F_4$  – ціна,  $F_5$  – інші. Маємо задачу багатокритеріальної оптимізації: знайти комплект АРТ, який є розв’язком задачі

$$F_1 \rightarrow \max, F_2 \rightarrow \max, F_3 \rightarrow \max, F_4 \rightarrow \min, F_5 \rightarrow \max. \quad (1)$$

Попередньо необхідно визначити вагові коефіцієнти критеріальних функцій. Запропоновано здійснити таку процедуру з використанням елементів методу аналізу ієрархій Т. Сааті та схеми Беллмана-Заде [1]. Для цього вибирають  $m$  експертів, які, використовуючи шкалу Т. Сааті, здійснюють порівняння критеріальних функцій та формують відповідну матрицю.

На наступному кроці оцінюють варіанти комплектування АРТ за кожним із критеріїв  $F_i$ ,  $i = \overline{1,5}$ . Аналогічно попередньому кроку одержують п'ять матриць  $Q_i$ , елементи кожної з яких містять значення парних порівнянь варіантів комплектування за критеріями  $F_i, i = \overline{1,5}$ . Їх аналіз дозволяє встановити пріоритети різних комплектів АРТ.

До важливих аспектів, які необхідно враховувати при розв'язанні задачі, відносяться наявність змінної кількості елементів у кожному варіанті комплектування. Така обставина вимагає формального визначення критеріальних функцій, оскільки для різного типу обладнання поняття і одиниці вимірювання функціональності та потужності відрізняються.

Уточнена формалізація задачі пошуку оптимального варіанта комплектування АРТ є такою:

$$\text{Arg max}_p F(K_p) = \text{Arg max}_p \sum_{j=1}^m u_j \sum_{l=1}^n (\sum_{i=1}^5 \alpha_i^j \cdot F_i(X_l)) \cdot \chi[(X_l \in C_j) \& (X_l \in K_p)], \quad (2)$$

Знайти, де  $F$  – інтегральна цільова функція,  $K_p$  – комплект АРТ,  $p = \overline{1, K}$ ,  $K$  – максимально можлива кількість комплектів АРТ,  $u_j, j = \overline{1, m}$  – ваговий коефіцієнт  $j$ -го класу обладнання,  $\alpha_i^j, i = \overline{1, 5}$  – ваговий коефіцієнт  $i$ -ї критеріальної функції для  $j$ -го типу обладнання,  $X_l, l = \overline{1, n}$  – елементи АРТ,  $C_j, j = \overline{1, m}$  – класи обладнання АРТ,  $\chi(*)$  – функція-індикатор. Наведений розв'язок задачі (2) є лише одним із можливих, для його одержання використано принцип домінування та генетичний алгоритм. Адекватність розв'язку впливає із поліекстремального характеру цільової функції та табличного характеру вихідних даних. Відомо, що використання класичних методів для розв'язання такого типу задач, які базуються на інтегродиференціальному численні, є проблематичним. Тому еволюційні технології, в основі яких лежить випадковий, але направлений пошук є чи не єдиним способом розв'язати поставлену задачу.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Zadeh L. A. Fuzzy logic, neural network and soft computing / L. A. Zadeh // Communications of the ACM. – 1994. – Vol. 37, № 3. – P. 77–84.

*С. В. Стась, к. т. н., доцент, Д. В. Колесніков, к. т. н., С. Д. Колесніков,  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ЗА РАХУНОК СУЧАСНИХ СПОСОБІВ ГЕНЕРАЦІЇ ВОДЯНИХ ПОТОКІВ

Технології генерації водяних потоків для потреб пожежно-рятувальних підрозділів різняться перед усім дальністю подачі вогнегасної речовини (суміші), ступенем її розпиленості (діаметром крапель), об'ємом витрат рідини, можливістю її використання в тих чи інших умовах бойових дій, а також складністю технічної реалізації результатів наукових технологій. З іншого боку, важливим є простота використання пристрою (ствола), його універсальність та ергономічність.

Запропонований до використання у вітчизняних пожежно-рятувальних підрозділах ствол диспергованої дії, що був створений за участю Управління аварійно-рятувальних робіт в Дніпропетровській області дає змогу здійснювати гідроударне розпилення високошвидкісних дальнобійних потоків рідин. При цьому підвищення ефекту гасіння здійснюється за рахунок отримання розпиленних струменів із розміром крапель 100-400 мкм. Важливо, що розроблена технологія дає змогу подавати вогнегасну рідину на відстань до 40 м, витрачаючи при цьому для ручного ствола близько 70 л/хв. Здійснені дослідження дали в деяких випадках 35-кратне зменшення витрат вогнегасної речовини [1]. Використання лафетного ствола диспергувальної дії може бути ефективним у випадках подачі води на велику відстань, боротьби із верховими лісовими пожежами та у випадках, коли потрібно здійснювати гасіння об'єктів на висоті до 30 м відносно рівня ствола.

Технологія генерації струменю водяного туману, що була розроблена групою польських дослідників [2], дає змогу отримувати підвішені краплини води діаметром 30-40 мкм в потоці повітря. Повне використання великої здатності охолодження водою осередку пожежі можливе лише за умови повного випаровування останньої. Для того, щоб це було можливо, потрібно суттєво збільшити площу поверхні водяних крапель. Природно, що краплинам такого малого розміру вкрай складно надавати велику кінетичну енергію. Зазначена проблема вирішується прискоренням краплин води в системі концентричних сопел Лавалю до надзвукової швидкості. Це надає струменю туману кінетичну енергію, достатню для подолання бар'єру конвекційних потоків більшості пожеж. Витрати вогнегасної речовини при цьому вдалось понизити до 10-20 л/хв, однак ефективний радіус дії такого ствола не перевищує 10 м, що дає змогу застосовувати його для боротьби із типовими пожежами в приміщеннях. Окрім того, через технологічні обмеження, які встановлюються для мінімальних перерізів сопел для отримання вище вказаних параметрів струменю туману витрати повітря мають

становити не менше ніж  $2 \text{ м}^3/\text{хв}$ . Вказана технологія, дозволяє здійснювати генерацію туману в брендспойті FEN при тиску води та повітря в межах 2-3 бар.

Основним технічним засобом, що знаходиться на озброєнні пожежно-рятувальних частин й досі залишається пожежний автомобіль. Від його технічного оснащення та реальних можливостей безпосередньо залежить ефективність проведення рятувальних операцій. Одним із перспективних напрямів якісного покращення технічного оснащення аварійно-рятувального автомобіля може стати розробка нової та застосування існуючої імпульсної техніки.

Грунтовне вивчення конструкцій існуючих генераторів пульсуючих потоків, що могли б давати ефект розпиленого струменю, зробило можливим виділення їх п'яти основних типів за критерієм способу отримання потрібних характеристик потоків рідин та газів. Зазначимо, що в деяких випадках чіткого розмежування в належності варіанту до того чи іншого типу зробити не вдалося. Переважна більшість генераторів віднесена до так званих клапанного та поршневого типів. Виявилось, що досить цікаві характеристики набуває потік рідини під часу руху в трубі (стволі), якщо спробувати варіювати його основними параметрами. Після складання програми, яка суттєво спростила моделювання процесу руху вогнегасної речовини в обмеженому об'ємі ствола, стало можливим безпосередньо перейти до вибору його оптимальних параметрів. Зазначимо, що оптимальність потрібно розуміти з позицій перед усім енергії потоку речовини, а також технологічності майбутнього виробу, об'єму витрат ствола, його вартості та ергономічності. Особливий акцент зроблений на енергію потоку вогнегасної речовини, як однієї із основних складових забезпечення ефективного гасіння осередків пожеж, оскільки під час здійснення наукових досліджень особливою гостротою набули питання, пов'язані із необхідністю подачі речовини на великі відстані.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бабенко В.С., Кравчуновський В.Ф., Присяжнюк В.В., Кремена А.П. Результати випробувань ручного диспергувального пожежного ствола, розробленого на основі використання гідроімпульсних систем // Пожежна безпека №3. - 2003. С. 91-95.
2. IX International Conference of Directors of Civil Protection Schools (Main School of Fire Service). – Telesto Sp. z o. o., Warsaw. – 2004.
3. Стась С.В. Основные принципы генерирования импульсных потоков в гидравлических системах // Промислова гідраліка і пневматика №1 (3) 2004, С. 25-29.

*С. В. Стась, к. т. н., доцент, С. В. Мельник,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,  
Р. М. Гнатів, д. т. н., професор,  
Національний університет "Львівська політехніка"*

#### ВРАХУВАННЯ СТИСЛИВОСТІ РІДИНИ ЗА НЕУСТАЛЕНОЇ ТЕЧІЇ В НАПРНИХ ТРУБОПРОВОДАХ СИСТЕМ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Наявність в трубопровідних системах розгінних і сповільнених течій викликає зміну гідродинамічних параметрів цих потоків, що призводить до підвищення затрат енергії, яка необхідна для транспортування рідини в трубопроводах, що має важливе значення для уточнення розрахунку швидкості і об'ємів подачі рідини в системах пожежогасіння.

Створення надійних методів розрахунку складних трубопроводів можливе лише за використання математичних моделей нестационарних процесів, які мають місце в таких системах. Математичне описання неусталеного руху в розглянутих гідралічних системах можна отримати, використовуючи загальні рівняння руху рідини. При цьому, в залежності від конкретної гідралічної системи, кінцеві математичні залежності можуть суттєво відрізнятися.

Задача про неусталену течію нестисливої рідини в круглих трубах призводить до інтегрування рівнянь теплопровідності [1]. Це легко здійснюється класичними методами математичної фізики [2]. Розв'язок цієї ж задачі для стисливої рідини навіть на базі спрощеної математичної моделі створює серйозні математичні труднощі. Тому постає питання про те, при яких умовах можна розглядати розв'язок нестационарної задачі для нестисливої рідини як наближений розв'язок для стисливої рідини.

Розв'язок задач про неусталений рух рідини в циліндричній трубі спочатку проводився з використанням моделі нестисливої рідини [3]. Ширшого застосування знайшла модель із врахуванням дисипативних процесів, згідно якої механічна енергія рідини знижується по течії за рахунок роботи сил тертя.

При чисельному моделюванні турбулентних течій, Воропаєв [4] для замикання системи рівнянь Рейнольдса, застосовуючи гіпотезу локальної ізотропії дисипативних масштабів, використав рівняння переносу швидкості дисипації турбулентної енергії, що було отримано з рівняння Нав'є-Стокса.

На основі аналізу наявних літературних даних із розв'язку задач за неусталеного руху реальної рідини в трубах зроблено висновок про недостатність існуючих загальноприйнятих теоретичних моделей і методів розрахунку нестационарних потоків рідини.

Для досягнення поставленої мети, а саме, дослідження впливу стисливості рідини на середню швидкість неусталеної течії для вдосконалення методики розрахунку параметрів неусталених потоків рідин в круглих трубопроводах, було сформульовано такі основні задачі:

– розробка адекватної з реальними умовами математичної моделі, що описує фізичні явища неусталеного руху стисливої рідини з врахуванням дійсних початкових і граничних умов;

– одержання законів розподілу тиску і швидкостей при неусталених ламінарній і турбулентній течіях, які враховують особливості структури розглянутих потоків.

В роботі досліджено вплив стисливості рідини на середню швидкість неусталеної течії. Розглянута нестационарна задача течії рідини в трубі, коли на кінцях труби задані тиски, які змінюються довільно в часі. Виходячи з диференціальних рівнянь для стисливої рідини і застосовуючи операційний метод для цієї задачі визначають трансформанту середньої швидкості потоку. Оскільки отримання її безпосередньо не можливе, то досліджують асимптотичну поведінку оригіналу при  $t \rightarrow \infty$ . У відповідному асимптотичному розкладі трансформанти перший член є розв'язком задачі за нестисливою рідиною, а наступними членами надаються поправки, які викликані стисливістю рідини [5].

Нестационарну задачу осесиметричного руху стисливої рідини в круглих трубах описуємо за допомогою спрощених диференціальних рівнянь [6], які в безрозмірних змінних можна представити у вигляді

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial u_\xi}{\partial \tau} - \chi \left( \frac{\partial^2 u_\xi}{\partial \eta^2} + \frac{1}{\eta} \frac{\partial u_\xi}{\partial \eta} \right) + \frac{\partial q}{\partial \xi} = 0 \\ \frac{\partial q}{\partial \eta} = 0, \end{aligned} \right\}, \quad \frac{\partial u_\xi}{\partial \xi} + \frac{\partial u_\eta}{\partial \eta} + \frac{1}{\eta} u_\eta + \frac{\partial q}{\partial \tau} = 0.$$

Цим рівнянням надаємо наступні початкові і граничні умови

$$\left. \begin{aligned} u_\xi = 0, \quad q = 0 \quad \text{при} \quad \tau = 0, \\ q = q^* \quad \text{при} \quad \xi = 0, \\ q = q^{**} \quad \text{при} \quad \xi = 1. \end{aligned} \right\},$$

$$u_\xi = 0, \quad u_\eta = 0 \quad \text{при} \quad \eta = 1.$$

Безрозмірні величини визначаються із наступних співвідношень

$$\left. \begin{aligned} \xi = \frac{Z}{L}, \quad \eta = \frac{r}{R}, \quad \tau = \frac{c}{L} t; \\ u_\xi = \frac{V_z}{U}, \quad u_\eta = \frac{LV_r}{RU}, \quad q = \frac{P}{c\rho U}; \\ q^* = \frac{P^*}{c\rho U}, \quad q^{**} = \frac{P^{**}}{c\rho U}, \quad \chi = \frac{L\mu}{R^2 c\rho}. \end{aligned} \right\},$$

де  $V_z, V_r$  – складові вектора швидкості в напрямку осі координат  $z, r$ ;

$P$  – тиск;

$\rho$  – густина рідини;

$\mu$  – коефіцієнт в'язкості;

$c$  – швидкість звуку в рідині;

$t$  – час;

$R$  і  $L$  – радіус і довжина труби.

Середня швидкість в перерізі

$$V_z = \frac{2\pi}{\pi d^2} \int_0^d V_z r dr$$

можна виразити через безрозмірні величини у вигляді

$$V_z = UW,$$

де

$$W = 2 \int_0^1 U_{\xi} \eta d\eta.$$

Далі розроблено математичну модель, що описує фізичні явища неусталеного руху стисливої рідини з врахуванням дійсних початкових і граничних умов. Одержано закони розподілу тиску і швидкостей при неусталених ламінарній і турбулентній течіях, які враховують особливості структури розглянутих потоків.

Досліджено вплив стисливості рідини на середню швидкість неусталеного потоку. Наведені перші члени асимптотичного розкладу оригіналу для одного конкретного випадку, на кусково-лінійної зміні тиску в часі. На основі цього розв'язку проаналізовано вплив стисливості рідини на середню швидкість течії при  $t \rightarrow \infty$ , що дозволяє уточнити гідродинамічні параметри систем пожежогасіння. У свою чергу зазначені уточнення сприятимуть оптимізації розрахунку при проектуванні автоматичних систем пожежогасіння та підвищенню експлуатаційної ефективності останніх.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бондаренко Н. И. О неуставившемся движении сжимаемой жидкости в напорном трубопроводе/ Н. И. Бондаренко, Ю. И. Терентьев// Моск. гос. техн. ун-т. М.: 2009.- 54 с.- Деп. в ВИНТИ РАН 15.10.2009, № 620-B2009.
2. Berrone S. Space — time adaptive simulations for unsteady Navier — Stokes problems/ S. Berrone, M. Marro// Comput. and Fluids.- 2009.-V. 38, № 6.- P. 1132-1144.
3. Štigler Jaroslav. Mathematical model of the unsteady fluid flow through tee-junction: [2 IAHN International Meeting of the Workgroup on Cavitation and Dynamic Problems in Hydraulic Machinery and Systems, Timisoara, Oct. 24-26, 2007]/ Jaroslav Štigler // Sci. Bull. "Politehn." Univ. Timisoara. Trans. Mech.- 2007.-V. 52, №6.- P. 83-92.
4. Воропаев Г.А. Асимптотические оценки модельного уравнения переноса скорости диссипации турбулентной энергии/Г.А. Воропаев, Н.Ф. Димитриева// Вісник Донецького університету.-Серія А: Природничі науки.-2008.- Вип. 1.-С. 235-240.
5. Гнатів Р. М. Розв'язок задач неусталених рухів операційним методом на основі дисипативної моделі [Текст]/ Р. М.Гнатів, М. Й. Микитин // Промислова гідравліка і пневматика.-2011.-№3 (33).-С.53-55.
6. Колесников Д. В. Дестабилизация потока в канале с изменяющимся по длине расходом// Д. В. Колесников, О. М. Яхно, Н. В. Семинская, С. В. Стась Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 3/7(69). – 2014. – С. 45-49.

*А. В. Суриков,*

*Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации»  
Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СРАБАТЫВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ С ВАКУУМНЫМ ЗАПОЛНЕНИЕМ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ**

Одним из направлений совершенствования автоматических спринклерных воздушных установок водяного и пенного пожаротушения является снижение инерционности их срабатывания, т.е. времени от срабатывания спринклерного оросителя до момента подачи огнетушащего вещества в очаг пожара. Согласно [1] проблема может быть решена созданием нетрадиционных водовакуумных АУП, с контролем вакуумом рабочего состояния спринклерных питательно-распределительных секций (т.е. от узла управления установки до оросителей) и побудительных секций дренажных АУП, обеспеченного клапаном вакуумно-пусковым универсальным КВВзП. При этом время срабатывания узла управления значительно меньше нормативных 5 с [2].

Теоретически также должна снизиться и инерционность срабатывания установки, обусловленная заполнением питающих и распределительных трубопроводов воздухом под давлением с последующим его выпуском и нормативно ограниченная временем в 180 секунд. Согласно [1] в водовакуумных установках применяются модернизированные спринклерные оросители, выполненные путем замены запорной крышки и стеклянной термоколбы на уплотнительный узел, заглушку клапана, подпружиненный пружиной, герметизирующих выходное отверстие корпуса оросителя. Разрежение в питательно-распределительной секции создается подключением вакуум-насоса.

Целью данной работы было разработать и создать экспериментальную установку, позволяющую определять работоспособность водовакуумной установки водяного пожаротушения, а также проводить исследование инерционности ее срабатывания в лабораторных условиях.

В ходе экспериментов определялось время с момента формирования импульса на включение установки до момента подачи воды в защищаемый объем. Исследование инерционности установки проводилось при

различных значениях давления в питательно-распределительном трубопроводе и для разных диаметров выходного отверстия оросителя. На каждую серию испытаний проводилось по три опыта.

Количественные результаты, полученные в ходе исследования, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты измерений

Избыточное давление в системе, МПа \ Диаметр оросителя, мм	Инерционность срабатывания, с		
	2,5	3,5	4
0,8	14,9±0,2	11,2±0,1	8,1±0,3
0,6	14,4±0,1	10,7±0,1	7,8±0,2
0,4	10,2±0,1	9,2±0,1	6,1±0,1
0,2	6,0±0,1	6,0±0,1	5,0±0,3
0	6,0±0,2	6,0±0,1	5,0±0,2
-0,06	6,0±0,2	6,0±0,2	5,0±0,2

Графически полученные результаты приведены на рисунке 1.

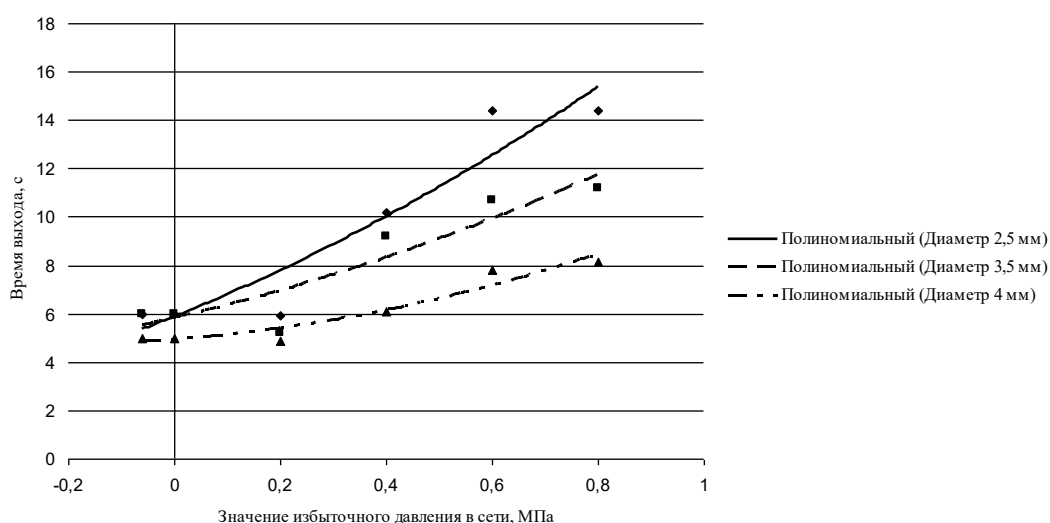


Рисунок 1. Результаты исследования времени срабатывания водовакуумной установки спринклерной установки в лабораторных условиях

Время задержки подачи воды из оросителя увеличивается пропорционально увеличению воздуха, закаченного в питательно-распределительной сети установки. В проведенных экспериментах это соответствует избыточному давлению более 0,2 МПа.

Разработка экспериментальной установки водовакуумной установки водяного пожаротушения позволила впервые исследовать порядок работы установок данного типа. Проведенная работа позволяет сделать вывод о том, что технология, описанная в [1], применима при использовании не только указанного в [1] узла управления, но и с применением других узлов на базе сигнальных клапанов мембранного типа (КЗУ, КСД и др.). В части усовершенствования обвязки узла управления для повышения надежности работы вакуум-насоса предложена установка дополнительной расширительной емкости с подачей воздуха из питательно-распределительной сети установки в ее нижнюю часть и забором воздуха в вакуум-насос через штуцер в верхней части емкости.

Экспериментально апробировано применение вместо предлагаемых авторами [1] модернизированных спринклерных оросителей стандартных оросителей, подключенных к распределительному трубопроводу через обратный клапан.

Из полученных экспериментальных данных следует, что инерционность срабатывания воздушной установки и водовакуумной практически одинакова при условии, если рабочее давление в питательно-распределительной сети установки сопоставимо с напором основного водопитателя. В лабораторных условиях не зафиксировано влияние создаваемого разрежения в питательно-распределительной сети установки на время доставки воды от узла управления до оросителя. Указанное время сопоставимо с временем доставки воды при атмосферном давлении в питательно-распределительной сети (т.е. фактически в дренчерной секции), а также при значении избыточного давления соответствующего напору основного водопитателя. В то же время при увеличении избыточного давления в сети инерционность установки в водовакуумном режиме значительно

ниже, чем в воздушной. Последнее свидетельствует о том, что для формирования окончательных выводов о перспективности применения водовакуумных установок в части их быстродействия в сравнении с традиционными воздушными установками водяного и пенного пожаротушения, необходимо проведение дополнительных исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чубаров Р.А., Жилина А.Р. Водовакуумная и водовоздушная установка автоматического пожаротушения // Заявка на изобретение №22001100431/26 (2011.03.17).

2. Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Узлы управления. Общие технические требования. Методы испытаний: Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 14 янв. 2002 г., № 3 // Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://mchs.gov.by/rus/main/regulations/tnpa/npb/> – Дата доступа: 20.03.2017.

*А. В. Суриков, О. Г. Горовых, к. т. н., доцент,  
Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации»  
Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*

#### К ВОПРОСУ ЗАЩИТЫ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ВОДЯНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ ОТ КОРРОЗИИ

Спринклерные установки пожаротушения являются самыми распространенным средством автоматического тушения пожаров, неоднократно доказавшим свою высокую надежность и эффективность. Одним из путей повышения надежности установок является уменьшение влияния коррозии на их элементы [1]. В данной работе приведен обзор зарубежного опыта технических решений, направленных на предотвращение влияния коррозии на элементы автоматических установок водяного и пенного пожаротушения. По данным исследований установок, эксплуатирующихся в течение 25-30 лет, наибольшему влиянию коррозии элементов подвержены воздушные спринклерные установки пожаротушения [2].

Стандарты [3, 4] устанавливают требования по применению оцинкованных труб в распределительной сети воздушных спринклерных установок водяного пожаротушения. Ряд производителей предлагает специализированные линейки трубопроводов и фитингов, удовлетворяющих данному требованию [5, 6]. В работе [7] приведен ряд недостатков применения оцинкованных труб в спринклерных воздушных установках пожаротушения: в атмосфере внутри распределительных сетей воздушных систем спринклерных установок постоянно присутствует влажный, насыщенный кислородом воздух, что означает, что оцинкованное покрытие корродирует с очень высокой скоростью; завышенная стоимость оцинкованных трубопроводов (40% выше) по сравнению со стандартными стальными; высокая токсичность; несоответствие коэффициента гидравлического сопротивления труб значениям, приведенным в нормативных документах и принимаемых при проектировании установки, по причине увеличения шероховатости вследствие коррозии. По данным [8] в трубопроводах с оцинкованной внутренней поверхностью воздушных спринклерных установок водяного пожаротушения могут появляться сквозные отверстия по причине наличия в них остаточной воды уже через 2-3 года после ввода установки в эксплуатацию.

Стандарт [9] устанавливает требования, что в случае если известно, что вода, применяемая в установке спринклерного пожаротушения, может способствовать развитию микробиологической коррозии, то необходимо добавлять в воду разрешенные ингибиторы коррозии и/или биоциды (хлор, йод, перекись водорода, озон, соединения аммония, соединений сероорганические, бром [2]), с последующим мониторингом трубопроводов. В работе [10] приведен ряд недостатков применения ингибиторов коррозии в спринклерных установках пожаротушения: вероятность попадания в городскую сеть водопровода токсичных соединений; высокая степень затрат и ответственности организации эксплуатирующей установку при утилизации воды, содержащей ингибиторы; высокая стоимость системы подачи ингибиторов в распределительную сеть установки и др.

Альтернативой применения стальных труб в распределительной сети установок водяного пожаротушения является применение пластиковых трубопроводов. Однако согласно [11, 12] область применения данных трубопроводов ограничена водонаполненными спринклерными установками. В работе [8] приведены причины, характеризующие отказы в установках пожаротушения на основе анализа 5000 случаев. Наибольшее (25%) количество отказов связано с растрескиванием труб из-за влияния условий эксплуатации, обусловленном поглощением пластиком органических химических веществ особенно при приложенном напряжении (особенно растягивающем).

Наиболее часто применяемым техническим решением, направленным на уменьшение возникновения коррозии в спринклерных воздушных установках пожаротушения, является заполнение распределительной сети установки азотом. Применение азота регламентируется [9]. Результаты исследований влияния азота на

коррозию в установках приведены в работе [13]. Исследования проводились в течение 1116 дней, с промежуточными измерениями изменения толщины стенок труб после 497, 759 и 780 дней. По результатам исследований установлено, что оптимальная концентрация азота в трубопроводах составляет 98%. Следует отметить, что использование азота может привести к получению таких веществ как дициан (CN)<sub>2</sub>, который образуется при действии азота на нагретый угольный кокс, получающихся при горении углеродсодержащих материалов. Азот также нельзя применять для тушения пожаров, где могут присутствовать, или случайно попасть, магний, алюминий, литий, цирконий и их сплавы, а также другие металлы, образующие нитриды, обладающие взрывчатыми свойствами и чувствительные к удару. В дополнение к вышеизложенному следует отметить, что для заполнения распределительных трубопроводов азотом требуется специальное оборудование (генераторы азота, системы мониторинга концентрации азота, системы вентилирования и др.).

В результате протекания реакций коррозии на поверхности металлов образуется слой твердых продуктов коррозии (окалина). При достаточно большом слое окислы такой лимитирующей стадией является диффузия кислорода из объема газа к поверхности металла. Диффузия есть процесс самопроизвольного перемещения вещества, направленный на выравнивание концентраций в объеме. Движущей силой диффузии является градиент концентрации  $dC/dx$ , определяемый изменением концентрации вещества  $dC$ , приходящегося на отрезок пути  $dx$  в направлении диффузии. Из уравнения, описывающего стационарную диффузию (уравнение Фика):

$$q = -D \frac{dC}{dx}$$

где  $q$  – масса диффундирующего газа, в единицу времени, через единицу площади;

$D$  – коэффициент диффузии;

$dC$  – изменение концентрации окислителя (кислорода);

$dx$  – толщина слоя коррозии.

Видно, что чем меньше градиент концентрации окислителя (кислорода), чем меньше скорость диффузии, и соответственно меньше скорость окисления (коррозии) металла трубопровода.

По этой причине концепция, изложенная в [14], по созданию разряжения в распределительной сети автоматических установок водяного пожаротушения может быть перспективной и требует проведения соответствующих исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Суриков А. В., Абдрафиков Ф. Н., Костюкевич А. П. Зарубежный опыт нормативного регулирования профилактики коррозии в установках водяного пожаротушения. Интегрированные системы безопасности: теория, практика, инновации: сб. материалов Международной заочной научно-практической конференции; под общ. ред. А. В. Грачулина. – Минск: КИИ, 2016. – 60 с.
2. Corrosion in Sprinkler Systems. A European Fire Safety Coalition. June 2009, 9p.
3. FM Global Data Sheets 2-0 “Installation Guidelines for Automatic Sprinklers.”
4. FM Global Data Sheet 2-81 “Fire Protection System Inspection, Testing and Maintenance and Other Fire Loss Prevention Inspections”.
5. Система KAN-therm Sprinkler, 2015 – 12 с.
6. Система Geberit Mapress // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geberit.by/>. – Дата доступа: 01.11.2016.
7. Jeffrey Kochelek, Lucas Kirn. Six Reasons Why Galvanized Steel Piping Should NOT be Used in Dry and Preaction Fire Sprinkler Systems, 2011 – 12 p.
8. Corrosion and Corrosion Mitigation In Fire Protection System/ FM Global Research Technical Report, July 2014
9. NFPA 13: Standard For The Installation Of Sprinkler Systems. 2013 Edition, 424 p.
10. Jeffrey Kochelek, Gerard Van Moorsel Six Reasons Why Chemical Corrosion Inhibitors Should NOT be Used in Water Based Fire Sprinkler Systems, 2011 – 8 p.
11. Проектирование, монтаж и эксплуатация пластиковых трубопроводов Акватерм Firestop в водозаполненных спринклерных установках пожаротушения. Технические условия. Введ. 29.10.2007. – М: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2007 – 75 с.
12. Система ХПВХ трубопроводов и фитингов BlazeMaster. Руководство по монтажу. Tyco Fire Suppression and Building Products. 2008, 92 с.
13. Ockert J. Van Der Schijff. Corrosion of Piping in Dry and Preaction Fire Sprinkler Systems: Interim Results of Long Term Corrosion Testing Under Compressed Air and Nitrogen Supervision. 2013 – 15 p.
14. Чубаров Р. А., Жилина А. Р. Водовакуумная и водовоздушная установка автоматического пожаротушения // Заявка на изобретение № 22001100431/26 (2011.03.17).



## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СВІЛОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЖЕРЕЛ СВІТЛА ІНДИВІДУАЛЬНИХ ПОЖЕЖНИХ ЛІХТАРІВ ТА ІНШИХ ЗАСОБІВ СВІТЛОВОГО ОРІЄНТУВАННЯ (ЗСО) РЯТУВАЛЬНИКІВ В УМОВАХ ПОЖЕЖІ

Враховуючи те, що гасіння пожеж та проведення аварійно-рятувальних робіт відбувається у більшості випадків в несприятливих умовах, пов'язаних із обмеженням видимості через задимлення, питання оснащення особового складу підрозділів ОРСЦЗ ефективними освітлювальними засобами та засобами світлового орієнтування у просторі є досить актуальним.

Проведений аналіз нормативних документів вказує на невирішеність проблеми світлового орієнтування пожежних у задимленому просторі. Так на теперішній час в Україні чинними є лише два документи щодо застосування індивідуальних пожежних ліхтарів [1, 2]. При цьому нормативно невизначена обов'язковість/необхідність їх застосування. Технічні вимоги до індивідуальних пожежних ліхтарів та інших засобів світлового орієнтування (далі - ЗСО) також не встановлені, відсутні методи випробування, як наслідок відсутнє постачання/виробництво таких вкрай необхідних технічних засобів. На відміну від України, американський стандарт ANSI/NEMA FL1-2009 [3], для ручних ліхтарів загального призначення, визначає методи контролю таких показників, як: загальний світловий потік, пікова сила світла, корисна дальність світлового променя, тривалість роботи, захищеність від вологи, удароміцність.

Аналіз технічних характеристик кращих світових аналогів ЗСО показав, що в якості джерела світла пожежних ліхтарів широкого застосування набули LED світлодіоди. Цьому сприяють наступні переваги над іншими джерелами світла: світлова віддача; механічна міцність, вібростійкість; термін служби, кількість циклів вмикання-вимикання; спектральна чистота, безпечність експлуатації; нечутливість до низьких температур; екологічність тощо. При цьому, сучасні електронні блоки електричного живлення і управління роботою світлодіодів забезпечують можливість роботи у різних режимах - у діапазоні від максимальної потужності до більш економних, а також режимів: «SOS», стробоскоп тощо.

Загалом визначення світлотехнічних характеристик джерел світла зводиться до: вимірювання світлової енергії або до вимірювання величин, що з нею пов'язані. До таких величин у фотометрії відносять: силу світла - кандела (кд), освітленість - люкс (лк), світловий потік - люмен (лм), яскравість - кандела на кв. метр (кд/м<sup>2</sup>) тощо. Для ЗСО конкретні величини цих показників є важливими при застосуванні в умовах задимленого середовища.

У [5] наведено інформацію про експериментально визначену залежність видимості від щільності диму. Наприклад, якщо при освітлюванні груповим пожежним ліхтарем з лампою розжарювання потужністю у 21 Вт предмети видно на відстані до 3 м (вміст твердих частинок диму складає 1,5 г/м<sup>3</sup>) - дим вважається оптично щільним; до 6 м (вміст частинок 0,6 - 1,5 г/м<sup>3</sup>) - дим середньої оптичної щільності; до 12 м (вміст частинок 0,1 - 0,6 г/м<sup>3</sup>) - дим оптично слабкий.

У [6] представлені дані щодо проходження світла різного кольору через задимлене середовище, а саме: проходження світлових хвиль різної довжини та частоти, видимого органам зору людини, діапазону світла. Автор стверджує, що «...при слабкому задимленні ефективно застосування будь-яких джерел світла, окрім синіх світлодіодів і, навпаки, в умовах сильного задимлення ефективними будуть тільки сині світлодіоди. В умовах середнього задимлення найбільш ефективні світлодіоди червоного кольору». За твердженням автора, ці дані є теоретичними, і на дату публікації матеріалів потребували експериментальних досліджень.

Проведений аналіз наявної науково-технічної інформації та технічних характеристик кращих світових аналогів індивідуальних пожежних ліхтарів не виявив інших, окрім наведених вище даних, щодо особливостей застосування ліхтарів та ЗСО в умовах задимленого середовища. Тому, в ході реалізації НДР «Пожежне устаткування - світлове орієнтування», було прийнято рішення щодо проведення експериментальних досліджень джерел світла та створених на їхній базі експериментальних зразків ліхтарів та інших ЗСО.

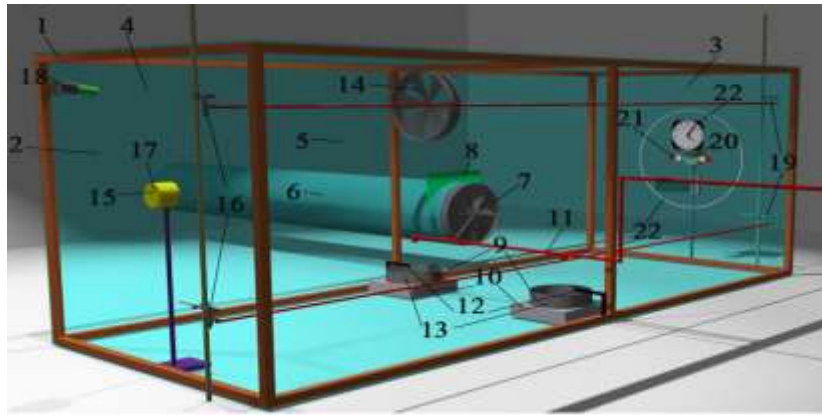
Для відтворення реальних умов задимленого середовища, наближених до середньої оптичної щільності [5], спроектована та виготовлена димова камера об'ємом 19,5 м<sup>3</sup> (1,5 м×2,0 м×6,5 м), 3D схема якої наведена на рис.1.

Оптична густина  $D$ , наведених у [5] середовищ, визначається за загальновідомою формулою:

$$D = \lg \Phi_{06,3} / \Phi_{д6,3}, \quad (1)$$

де,  $\Phi_{06,3}$  - освітленість на відстані 6 м та 3 м від ліхтаря у не задимленій димокамері у Лк або величина фотоструму, що виробляє лазерний приймач, мА;

$\Phi_{д6,3}$  - освітленість на відстані 6 м та 3 м від ліхтаря у задимленій димокамері у Лк або величина фотоструму, що виробляє лазерний приймач, мА.



**1 - каркас; 2, 3 - передня та задня стінки; 4, 5 - вертикальні стінки з обшивкою; 6, 7, 8 - трубопровід витяжної вентиляції з вентилятором та засувою; 9 - генератори диму, 10 - електричні плитки, 11 - електрогідропневматична система розпилювання рідини, 12 - термопари, 13 - дека, 14 - вентилятор; 15 - електричний ліхтар потужністю 21 Вт (12 В постійного струму); 16 - випромінювачі лазерні; 17 - джерело світла; 18 - фото – відеокамера; 19 - приймачі лазерні; 20 - детектор люксметра; 21 - відбивачі світла); 22 - предмети (наклейка, напис, коло площею 1м<sup>2</sup> тощо) з меншою відбивною здатністю**

**Рисунок 1 - 3D схема димової камери**

Для досліджень світлотехнічних характеристик світлодіодів різних кольорів випромінювання в УкрНДІЦЗ створена інтегруюча фотометрична сфера (загальновідома, як фотометрична сфера Ульбріхта) з внутрішнім діаметром 350 мм, загальний вигляд якої наведено на рис. 2.

Стенд надає можливість відтворювати умови задимлених середовищ, оптична густина яких буде визначена у димовій камері (рис.1), і дозволяє визначати величини світлового потоку світлодіодів для обґрунтування можливості застосування RGB - технології. Сутність технології полягає в управлінні параметрами електричного живлення кожного окремого світлодіоду (червоного, синього та зеленого кольорів) та в змінюванні загального спектру світлового випромінювання джерела світла, а також для експериментальної перевірки даних, наведених у [6],



**1 - корпус, 2 - джерело світла, що досліджується, 3, 4 - лазерний випромінювач та приймач, відповідно, для контролю оптичної густини задимленого середовища, 5 - приймач люксметра, для вимірювання освітленості з блоком індикації, 6 - димогенератор, 7 - спеціальне фарбове покриття білого кольору для розсіювання світла всередині сфери, згідно з оптичним законом Ламберта**

**Рисунок 2 – Загальний вигляд інтегруючої фотометричної сфери**

При проведенні запланованих експериментальних досліджень передбачено застосування, як прямих вимірювань значень відповідних світлотехнічних величин, так і розрахункових методів за загальновідомими фотометричними залежностями, зокрема: за законом обернених квадратів; за принципом прямої пропорційності співвідношення деяких світлових параметрів, наприклад, світлового потоку та величини освітленості тощо.

Підсумовуючи вищевказане можна зазначити, що використання запропонованого УкрНДІЦЗ експериментального обладнання для вимірювання світлотехнічних характеристик, дозволить визначити характеристики джерел світла і експериментальних зразків ліхтарів та інших ЗСО, зокрема в умовах задимленості, таких як: світловий потік, пікова сила світла, освітленість, дальність світлового променя тощо.

Отримані дані будуть використані при розробці вихідних технічних вимог та створенні експериментальних зразків ЗСО в рамках НДР «Пожежне устаткування - світлове орієнтування».

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах ОРСЦЗ МНС України. Затверджена Наказом МНС України від 16.12.2011 № 1342.
2. Норми табельної належності, витрат і термінів експлуатації пожежно-рятувального, технологічного і гаражного обладнання... Затверджені Наказом ДСНС України від 29.05.2013 № 358.
3. ANSI/NEMA FL1-2009 Flashlight Basic Performance Standard (Ліхтар. Основні характеристики).
4. ГОСТ Р 53270-2009 Национальный стандарт РФ. Техника пожарная. Фонари пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний.
5. Верзилин М.М., Повзик Я.С. Пожарная тактика. М. ЗАО «Спецтехника НПО». 2007 р.- 440 с.
6. Електр. ресурс. Код доступу: <http://www.firerescue.ru/magazine/raduga-v-karmane>. Распространение света в условиях пожара.

*R. L. Tkachuk, Ph. D., Associate Professor, A. P. Havrys, Lviv State University of Life Safety*

#### USING OF UNMANNED AERIAL VEHICLES OF FOREIGN PRODUCTION FOR CIVIL PROTECTION

**Introduction.** Ensuring the safety of society – it is a complex problem that requires by solving complex tasks with management of forecasting and monitoring of natural and man-made disasters.

With the development of modern technology is become increasing popularity use of unmanned aerial vehicles (UAVs) in various fields of civil protection area from remote sensing territory to identify dangerous toxic substances that help to quickly assess the condition of a large area of the study [1-3].

**Formulation of the problem.** The development of the UAV in the world is constantly in high rate. Consider a some recent advances in science and technology foreign producers: «ImiTec RIAS» and «ImiTec AARM» presented by British ImiTec Limited, and «UAS RCS PM2100» Belarusian company Polimaster.

**Results.** Unmanned Aircraft System (UAS) radiological and chemical surveillance PM2100 is designed to perform aerial photography, remote surveillance of radiological and chemical environmental monitoring of territories, objects of different types of land and water vehicles, for security and combat illegal nuclear and radioactive release materials, chemical agents and toxic industrial chemicals [4]. It's characterized by a maximum time of work - 35 minutes, the flight height above the surface to 100 meters, take-off weight - 2,6 kg and a radio range to 5 km.

In addition to UAVs «UAS RCS PM2100», unmanned aircraft system PM2100 includes:

- variable module detector gamma radiation chemical agents (mustard gas, lewisite, sarin, soman) and toxic industrial chemicals (chlorine, ammonia);
- ground control station (NSO);
- collection and transmission of data in real time;
- special software suite for UAVs and NSO.

The monitoring system Airborne ImiTec Advanced is simple and universal, because the antenna has radiation detection and the ability to fly at low altitude. Unique remote isotopic analysis of «ImiTec RIAS» consists of lightweight gamma spectrometer, which uses custom software to process data on radiation provides a high-quality image of radiation. The system can be integrated into many different platforms, including ground vehicles and remotely piloted drones.

Remote isotopic analysis of «ImiTec RIAS» is a radiation monitoring system that detects, characterizes and displays radiological contamination. It has consisted of sensors for data collection, microcontroller and software to interpret the data and create maps showing the location and intensity of the radiation radioactive type.

RIAS can be used to detect radiation in the nuclear industry, defence, mining and exploration. The data collected through the RIAS, include location calculations, the intensity of radiation and energy. During the monitoring operations, locations and calculations are transferred in real time to operators who monitor the results. All data stored on the SD - card with an option to upload to the Internet. Estimates of zones and radiation generated maps locally sent on a single central server ImiTec.

The company has also developed a system of autonomous airborne radiation monitoring system that uses accessible and universal UAV «ImiTec RIAS» Airborne Advanced Radiation Monitoring (AARM) (Fig.1), provides at low altitude aerial radiation detection and can be adapted to regular monitoring of nuclear facilities in order to respond of nuclear accidents or incidents related to the release of radioactive materials.



Fig. 1. Universal UAV's «ImiTec AARM»

AARM is characterized by time of flight 45 min, flight range - 1 km and optimal weighing less than 7 kg. AARM advantages are: minimal risk for the operator, rapid response, programmed the flight path, faster and more detailed study.

**Conclusion.** Analyses of the latest developments of foreign companies see that in other countries continue to make extensive use of UAVs in civil protection and continuously improve them. The trend of using "drones" in the localization or liquidation emergency situations of different character grow and in the near future are predicted wider use of these devices in combination with robotics in department of civil protection in whole world.

#### REFERENCES

1. Starodub Y.P. Localization fire areas using satellite data for seismic zones Ukraine / Y.P. Starodub, B.E.Kyplyovskiy, Y.E. Shelyh, A.P. Havrys / Scientific works of "Fire Safety". – Lviv. – 2013. - №23. – p.151-158.
2. Starodub Y.P. Increasing areas security project for the risk flooding territories of Ukraine / Y.P. Starodub, A.P. Havrys // Central European Journal for Science and Research “Stredoevropsky Vestnik pro vedu a vyzkum”. - Praha. 2015. – с.42-46.
3. Lavrivskiy M.Z. The use of unmanned aerial vehicles to monitor emergency in forest areas / M.Z. Lavrivskiy, N.E. Tur // Scientific works «Scientific Journal NLTU Ukraine». – Lviv. – 2015. - №25.8. – p.353-359.
4. Tkachuk R.L., Tarnavskiy A.B. The main ways of decontamination of the area during the elimination of radiation accidents / Materials of the International Scientific and Practical Conference "Emergency Situations: Theory, Practice, Innovation". – Gomel: Gomel State Technical University named P.O. Sukhoi, 22-23 May, 2014. – 183p.

*А. Б. Феценко, к. т. н., доцент, О. В. Загора, к. т. н., доцент, Є. Є. Селеєнко,  
Національний університет громадянської захисту України*

#### ВЛИЯНИЕ ДОСТАТОЧНОСТИ КОМПЛЕКТА ЗАПАСНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА КОЭФФИЦИЕНТ ГОТОВНОСТИ АППАРАТУРЫ ОПЕРАТИВНОЙ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СВЯЗИ

Эффективность работы оперативной диспетчерской связи (ОДС) и оповещения в режиме чрезвычайной ситуации (ЧС) зависит, прежде всего, от показателей надёжности, живучести и восстанавливаемости аппаратуры и степени влияния ЧС на работу сети электросвязи зависит по множеству факторов [1,2].

Аппаратуру ОДС обеспечивают требуемым комплектом запасных технических средств (ЗТС), при этом коэффициент готовности аппаратуры ОДС определяется по формуле [3]:

$$K_r = K'_r K_{об} \quad (1)$$

где

$$K'_r = \frac{T_o}{(T_o + T'_b)} = \frac{1}{(1 + \frac{\lambda}{\mu})}$$

– коэффициент готовности аппаратуры при неограниченном комплекте ЗТС;

$$K_{об} = \frac{(T_o + T'_b)}{(T_o + T'_b + T_{п})} = \frac{1}{(1 + \frac{T_{п}}{(T_o + T'_b)})} = \frac{1}{(1 + \frac{T_{п} \cdot \lambda \cdot \mu}{(\lambda + \mu)})}$$

– коэффициент обеспеченности аппаратуры запасными элементами;

$\lambda, \mu$  – соответственно интенсивности отказов и восстановления.

Следовательно, среднее время восстановления аппаратуры и коэффициент готовности являются показателями ремонтпригодности, а среднее время простоя из-за недостаточности комплекта ЗТС и

коэффициент обеспеченности аппаратуры ЗТС являются критериями обеспеченности запасными элементами.

На основании формулы вероятности недостаточности, как вероятности того, что число отказов за время  $T_n$  будет больше числа запасных элементов  $m$ , находящихся в комплекте ЗТС, получим выражение для расчета  $m$  в виде [3]:

$$P_n(n(T_n) > m) = \sum_{n=m+1}^m \frac{(n_{cp})^n}{n!} e^{-n_{cp}} = \bar{\Psi}(m+1; n_{cp}). \quad (2)$$

где  $\bar{\Psi}(m+1; n_{cp})$ , - функция, получаемая из табличной функции  $\bar{\Psi}(\chi; \mu)$ , путем замены переменных  $\chi = m+1; \mu = n_{cp}$ . [3].

Для достаточно малых значениях вероятности недостаточности  $\bar{\Psi}(m+1; n_{cp}) = 0.01$ , получим график функции  $m = f(N, \lambda, T_n)$ , например, при числе элементов  $N=100$ ; времени пополнения ЗТС  $T_n = 720$ ч; 2160ч; 4329ч, интенсивности отказов  $\lambda = 10^{-5} - 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$  представленный на рис.1.

Из анализа графиков (Рис.1) следует, что с уменьшением  $\lambda$  и  $T_n$  количество необходимых элементов замены ЗТС  $m$  требуется тем меньше, чем меньше их интенсивность отказов  $\lambda$  и время пополнения  $T_n$  комплекта ЗТС.

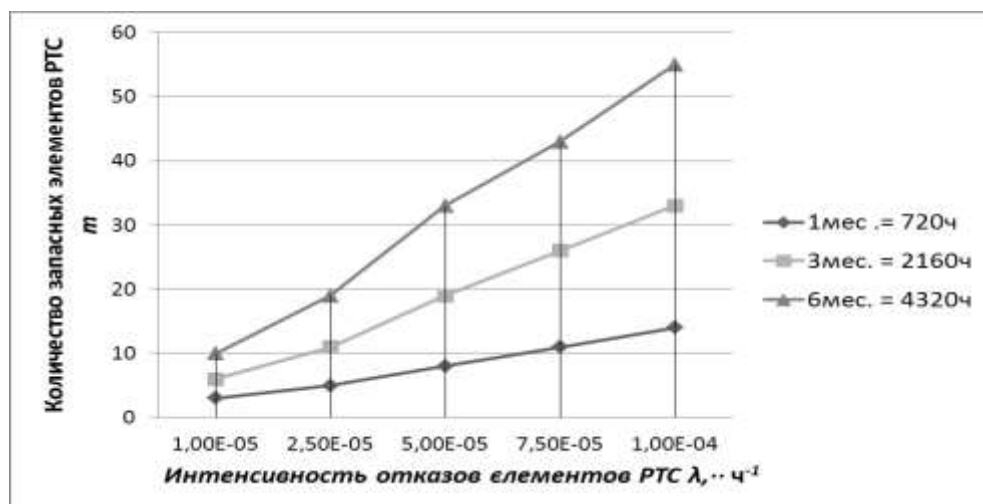


Рис. 1. График функции  $m = f(N, \lambda, t_n)$ , при  $N=100$ ;  $T_n=720$ ч; 2160ч; 4329ч,  $\lambda=10^{-5} - 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$

Таким образом получены и проанализированы выражения для оценки коэффициента готовности аппаратуры ОДС после отказов в условиях чрезвычайной ситуации. установлена взаимосвязь между коэффициентом готовности и обеспеченностью аппаратуры комплектом ЗТС, произведен вероятностный расчет достаточности элементов в комплекте ЗТС для восстановления и ремонта аппаратуры ОДС в условиях ЧС.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Феценко А.Б., Методика расчёта времени автономной работы аварийного источника электропитания аппаратуры оперативной диспетчерской связи в условиях чрезвычайной ситуации / А.В. Загора, Е.Е., Селеенко, // Проблемы надзвичайних ситуацій. – Х.: НУЦЗУ, 2015. - №21. – С. 23 – 30. - Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol21/Zakora.pdf>
2. Феценко А.Б. Методика расчета количества запасных технических средств для восстановления аппаратуры оперативной диспетчерской связи после отказов в условиях чрезвычайной ситуации / А.В. Загора, // Проблемы надзвичайних ситуацій. – Х.: НУЦЗУ, 2015. - №22. – С. 23 – 37. - Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol22/Zakora.pdf>
3. Феценко А.Б. Взаимосвязь коэффициента готовности аппаратуры оперативной диспетчерской связи с достаточностью комплекта запасных технических средств при восстановлении после отказов в условиях чрезвычайной ситуации / А.В. Загора, Е.Е., Селеенко, // Проблемы надзвичайних ситуацій [Текст]: зб. наук. пр. / НУЦЗ України. - Вип. 1 (2005)-. – Харків: НУЦЗУ, 2016. - Вип.23. -2016, с.20-26. –

### Секція № 3. Фізико-хімічні процеси, чинники їх виникнення та моделювання в умовах пожежі і надзвичайних ситуацій

А. А. Антошкин,  
 Национальный университет гражданской защиты Украины

#### ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТА РНІ-ФУНКЦИЙ

При решении задачи проектирования системы пожарной сигнализации актуальным становится минимизация количества датчиков, используемых для защиты помещения. Это снижает не только затраты на закупку оборудования, но влечет за собой вторичные факторы, позволяющие минимизировать общую стоимость реализации проекта: уменьшение необходимой емкости приемно-контрольного прибора, упрощение монтажа и снижение затрат на него.

Применительно к точечным пожарным извещателям площадь, контролируемая приборами, принимается равной кругу с заданным радиусом  $r$ . Согласно [1] ключевыми значениями, используемыми в качестве исходных данных при размещении извещателей, являются максимальные расстояния между соседними пожарными извещателями и от крайнего извещателя до стены помещения. Область, защищаемая одним прибором, примем равной некоторому кругу  $T_i$  радиуса  $R$ . Соответственно оптимальное, с точки зрения количества приборов, решение будет выглядеть как область:

$$T = \bigcup_{i=1}^n T_i, \quad (1)$$

при

$$n \rightarrow \min, \quad (2)$$

где  $n$  – необходимое для полного покрытия количество извещателей.

Так как площадь, контролируемая извещателями – круг, то при формировании полного покрытия области, описывающей защищаемое помещение, объединением кругов, не удастся избежать зон взаимного перекрытия соседних кругов, как это было бы с прямоугольниками или квадратами. А в некоторых случаях это перекрытие может быть многократным (2-х, 3-х и более кругов). Определение размеров выпадающих из эффективного использования зон можно выполнить путем определения их суммарной площади. Можно для этих целей использовать математический аппарат  $\omega$ -функций [2].

Однако зоны пересечения кругов имеют достаточно сложную конфигурацию. Границы таких зон описываются набором дуг. Поэтому вычисление  $\omega$ -функций для таких случаев достаточно сложное.

Поэтому как альтернативу  $\omega$ -функциям при формализации задачи размещения пожарных извещателей целесообразнее использовать аппарат  $\Phi$ -функций [2]:

$$\begin{aligned} \Phi(Z_i, Z_j) &> 0, \text{ если } cT_i \cap cT_j = \emptyset, \\ \Phi(Z_i, Z_j) &= 0, \text{ если } \text{int}T_i \cap \text{int}T_j = \emptyset \text{ и } \text{fr}T_i \cap \text{fr}T_j \neq \emptyset, \\ \Phi(Z_i, Z_j) &< 0, \text{ если } \text{int}T_i \cap \text{int}T_j \neq \emptyset. \end{aligned} \quad (3)$$

Как видно из (3),  $\Phi$ -функция двух объектов – это расстояние между их границами. А вычисление расстояний менее трудоемкая процедура, чем площади.

Возьмем  $\phi$ -функцию  $\Phi^A$  круга  $S$  радиуса  $r$  с центром в точке  $t$  и произвольного объекта  $A$ . Тогда функцию принадлежности  $\phi^A$  точки  $t$  объекту  $A$  можно определить как функцию  $\Phi^A$ ,  $A^* = R^2 \setminus \text{int} A$  при условии  $r=0$ . Следует отметить, что построенная функция не является  $\phi$ -функцией, так как для нее нарушается требование совпадения гомотопических типов внутренности и замыкания одного из объектов.

Таким образом, функцией принадлежности  $\phi^A$  точки множеству  $A$  называется функция, для которой выполняется:  $\phi^A < 0$ , если  $t \notin A$ ;  $\phi^A = 0$ , если  $t \in \text{fr}A$ ;  $\phi^A > 0$ , если  $t \in \text{int} A$ .

Например, для круга  $S$  радиуса  $r$  с центром в точке  $(x_c, y_c)$  функция принадлежности может быть представлена в виде

$$\phi^{tC} = r^2 - (x_c - x_t)^2 - (y_c - y_t)^2. \quad (4)$$

Математическую модель поставленной задачи при отсутствии дополнительных ограничений можно представить в виде:

$$\max_{t \in T_0} \min_{i \in I_n} \rho(t_i, t) \leq R \quad (5)$$

где  $\rho(t_i, t)$  – расстояние между точками  $t_i$  и  $t$ ;

$t = (t_x, t_y) \in T_0$ ;

$t_i = (x_i, y_i)$  – центр  $i$ -го круга;

$I_m = \{1, 2, \dots, m\}$ .

Такая модель описывает упрощенную задачу, не содержащую дополнительных ограничений на размещение пожарных извещателей кроме максимального расстояния между извещателями и от крайнего извещателя до стены.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Системи протипожежного захисту: ДБН В.2.5–56–2014 – [Чинний від 2015-07-01]. – К. : ДП «Укравбудінформ». – 2014. – 127 с. – (Національний стандарт України).
2. Стоян Ю.Г., Яковлев С.В. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования. – Киев: Наук. думка, 1986. – 268 с.

*В. Е. Бабич, к. т. н. доцент, А. М. Кузей, д. т. н. доцент,  
Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации»  
Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*

#### АНАЛИЗ ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ ПОЖАРАХ В ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

По своей природе процесс горения представляет собой химическую реакцию между горючим веществом и окислителем, которая протекает с выделением тепла. Часть тепла расходуется в зоне химических реакций на нагрев продуктов горения, часть – передается в окружающую среду в виде излучения, конвекции и теплопроводности. Если бы тепло, выделяющееся в зоне горения, расходовалось только на нагрев газовой среды внутри помещения, то ее максимальная температура постепенно достигала бы температуры пламени. Однако часть тепла, выделяющегося в зоне горения, поглощают строительные конструкции, часть теряется в результате излучения через открытые проемы, затрачивается на нагрев горючих материалов (главным образом в ходе начальной стадии пожара), уносится из помещения вместе с продуктами горения через проемы. Во время пожара присутствуют все три вида теплообмена. Однако их соотношение может быть разным в зависимости от вида пожара, стадии его развития, свойств горючего вещества [1].

При этом, стоит отметить, что пожары и тактические ситуации при их тушении распределяются по времени случайными и непредсказуемым образом и даже хорошо подготовленный газодымозащитник может не встретиться на практике со сложными случаями тушения и не иметь соответствующих практических навыков. В действительности очень многие опытные и длительно работающие пожарные имеют большие трудности с такими явлениями как «обратная тяга», «огненный вихрь», более известными как «flashover» или «backdraft».

По данным [2] за последние 20 лет количество таких явлений как «flashover» или «backdraft» выросло более чем в 6 раз. При этом осложняющим работу газодымозащитников является сильная задымленность помещений. Дымообразующая способность полимерных материалов приводит к чрезвычайно плотной задымленности больших площадей, что затрудняет поиск пострадавших и мест горения. Загроможденность складских и торговых помещений, равно как и получившие большое распространение в последние годы свободные планировки жилых и офисных помещений в условиях нулевой видимости представляют опасность дезориентации газодымозащитников, потере направления выхода и, как следствие, создают аварийную ситуацию на пожаре.

Существует несколько всемирно признанных определений явления backdraft (всемирноизвестные организации: NFPA, FRS и IFE), при этом отдельные объяснения очень похожи. Понятие "backdraft" используется во многих странах, в том числе, в США, Англии, Японии и в Новой Зеландии.

Станция пожарных исследований (FRS). Backdraft – ограниченная вентиляция может привести к выделению продуктов горения, содержащих значительное количество несгоревших газов. Если количество данных газов превысит критическое значение, после открытия комнаты произойдет смешение их с воздухом, может произойти взрыв (дефлаграция), расширяющийся сквозь всю комнату проемом наружу. Этот вид взрыва известен как "эксплозивное горение".

Национальная ассоциация пожарной защиты (NFPA). Backdraft – это горение горячих газообразных продуктов горения, когда кислород поступает в пространство с недостаточным запасом кислорода, необходимого для горения. Такое горение имеет эксплозивный характер.

Институт пожарного инжиниринга (IFE). Backdraft – это взрыв в большей или меньшей мере, причиненный резкой подачей свежего воздуха в горящее здание, где горение происходит с недостатком кислорода.

Выше представленные организации при подготовке пожарных особое внимание уделяют выше отмеченным явлениям. При этом в основу обучения положено прогнозирование вероятности выброса пламени.

Рассмотрим алгоритм возникновения backdraft. В комнате возникнет пожар. Горение происходит с наличием пламенем или без пламени. В комнате ограниченное количество проемов для вентиляции. Огонь расширяется до тех пор, пока уровень кислорода не достигнет минимального значения. В это время у потолка возникнет слой продуктов горения, который опускается вниз. Как слой дыма растет, воздух, который втянут в слой дыма, будет содержать постоянно растущее количество несгоревших газов и постоянно снижающуюся долю кислорода (рисунок 1).



Рисунок 1 – Общий вид горящего помещения

В результате этого процесса возникнет не полное сгорание. С тем как снижается скорость сгорания в результате снижения количества кислорода, несгоревшие газы концентрируются в горячем слое. Пламенное горение исключено и может перейти к простому беспламенному горению. С увеличением времени концентрация несгоревших газов возрастает. При этом если открыть двери или окно в горящее помещение, например, при входе пожарных, горячие продукты горения удаляются (под действие более высокого давления нагретых газов) из помещения и воздух втягивается внутрь нижней части проема. Попав в комнату воздух смешается с дымом, который имеет высокое содержание горючих газов и твердых частиц и масса газовой смеси концентрируется в определенной области. Данный процесс смешивания формирует горючую смесь. Если данная смесь соприкоснется с источником возгорания, например, с горячими частицами, произойдет ее воспламенение. По мере движения пламени происходит воспламенение и моментальный рост давления. Это приводит к возникновению огненного шара, который является типичным проявлением backdraft.

В большинстве случаев возгорания не происходит сильный backdraft, так как количество горючих продуктов небольшое (в больших помещениях, особенно в тех, где имеется большое расстояние между потолком и верхним краем проема, сила явления backdraft может быть намного большей).

Подводя итог можно отметить, что backdraft - это короткое действие, в отличие от flashover. Ключевым фактором, определяющим возникновение backdraft является подача воздуха.

В случае явления flashover, ключевым фактором является температура. В области смеси пиролизных газов, которая создается между горючими продуктами горения и подаваемым воздухом, пламя может расширяться очень быстро. Горячие продукты пиролиза опускаются вниз за пламенем и смешиваются с воздушным слоем. Это позволяет пламени расширяться. Здесь существует большое различие между скоростью сгорания смеси, поэтому огонь расширяется. Чем больше дыма в смеси, тем быстрее он выйдет через проем на улицу. Это значит, что backdraft будет более сильным, если произойдет возгорание, когда поток воздуха отражается от задней стены и находится в движении к проему.

На основе анализа возникновения backdraft, ниже приведем характеристики возникновения backdraft. Присутствие источника возгорания внутри горючей смеси. Обычно наиболее горючей областью является граничный слой между содержащим горючее дымным газовым слоем и поступающим воздухом. Расположение горючих веществ (и тип горючего). Чем больше горючего присутствует у потолка комнаты, тем больше соберется там горючих продуктов пиролиза. Условием является достаточное количество горючего в комнате и достаточная концентрация продуктов горения в газовой фазе. Расположение и размер проемов. Проемы должны быть достаточно большими. Более высокое расположение проемов способствует возникновению явления backdraft. Изоляция в помещении. Чем лучше помещение изолировано, тем более высоких параметров достигают температуры внутри. Температура поддерживается более длительное время, несмотря на то, что пожар почти погас. Собирается большое количество несгоревших продуктов, особенно, когда огнеопасные вещества расположены в верхних частях комнаты. Чем ниже температура теплового разложения горючего, тем легче достигается концентрация, необходимая для возникновения backdraft.

Предупреждающие знаки backdraft:

- пожары в закрытых помещениях с минимальной вентиляцией, например, закрытые комнаты или помещения под крышей;
- жирные пятна на стеклах обозначают, что продукты пиролиза конденсировались на холодной поверхности. Данный знак недостаточно проветриваемого пожара;
- горячие двери и окна обозначают, что пожар продолжается длительное время, вероятно с ограничением потока воздуха;



- продукты горения пульсируют из проемов в комнате, это знак недостаточно проветриваемых условий;
- свистящий звук в проемах может быть связан с пульсирующим пожаром;
- оранжевое свечение или плохо видимый пожар может сигнализировать, что пожар проходит с недостаточным количеством кислорода;
- нейтральная плоскость находится вблизи пола.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Lambert K. Backdraft: fire science and firefighting, a literature review – 2013 -43 p.
2. Bengtsson, L-G., Övertändning, backdraft och brandgasexplosion sett ur räddningstjänstens perspektiv, Institutionen för brandteknik, Lunds universitet, Lund, 1999.

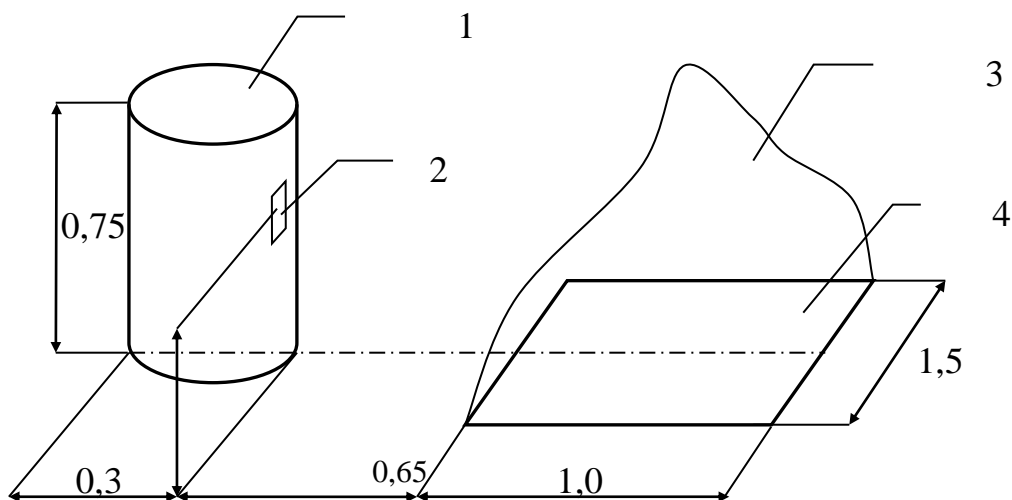
*О. Є. Басманов, д. т. н., професор, гол. наук. співр., Я. С. Кулик, викладач,  
Національний університет цивільного захисту України*

#### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА МОДЕЛІ НАГРІВУ РЕЗЕРВУАРУ ВІД ПОЖЕЖІ РОЗЛИВУ ГОРЮЧОЇ РІДИНИ

Пожежі в резервуарних парках є одними із найнебезпечніших. Їх ліквідація ускладнена загрозою розповсюдження пожежі на сусідні резервуари. Тому розробка ефективного плану пожежогасіння в резервуарному парку неможлива без врахування теплового впливу пожежі горючої рідини в обвалуванні на резервуар з нафтопродуктом.

В роботах [2, 3] запропоновано математичну модель теплового впливу пожежі в обвалуванні на резервуар з нафтопродуктом і тепловий датчик. При цьому, на відміну від попередніх робіт, розглядається розлив довільної форми. Експериментальну перевірку такої моделі не проведено. Її проведення ускладнене випадковим характером теплового випромінювання від осередку горіння і, відповідно, випадковим характером температури об'єкта, що нагрівається. В роботі [1] побудовано стохастичну модель нагріву резервуару під тепловим впливом пожежі і показано, що температура випромінюючої поверхні полум'я і площа його поперечного перерізу може бути описана стаціонарним нормальним процесом.

В ході експерименту [4] досліджувалося горіння розливу автотракторного мастила АК-10 (горюча в'язка рідина густиною  $930 \text{ кг/м}^3$ , ступінь чорноти полум'я – 0,85) на прямокутному піддоні зі сторонами 1 м і 1,5 м (рис. 1). Висота стінок піддона – 0,2 м, товщина – 2 мм. На відстані  $l = 0,65$  м від більшої сторони піддону було розміщено циліндричну модель вертикального сталюгого резервуара вистою 0,6 м і діаметром 0,3 м.



**Рис. 1. Схема експерименту: 1 – модель резервуара; 2 – термопара; 3 – полум'я; 4 – піддон з нафтопродуктом**

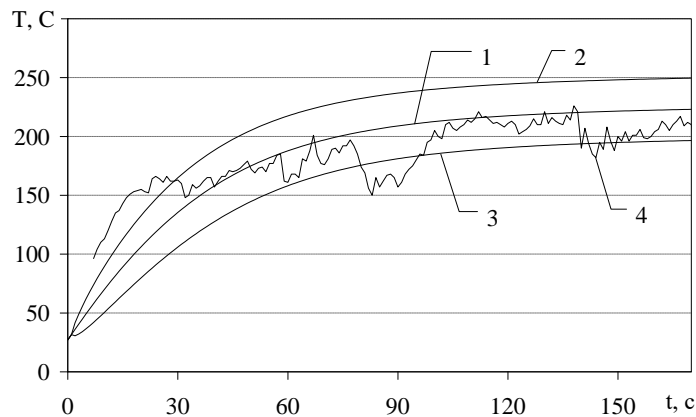
На боковій поверхні моделі резервуара, оберненій у бік полум'я, було закріплено термопару, підключену до цифрового датчика температури. В ході експерименту за допомогою цього датчика фіксувалася температура на поверхні резервуара, оберненій в бік полум'я.

Диференціальне рівняння, що описує нагрів елементарної площадки на поверхні резервуара під тепловим впливом пожежі, має вигляд [2, 3]

$$\frac{dT}{dt} = \frac{c_0 \varepsilon_f \varepsilon_w}{\rho \delta c} \left[ \left( \frac{T_f}{100} \right)^4 - \left( \frac{T}{100} \right)^4 \right] \psi_f + \frac{c_0 \varepsilon_w}{\rho \delta c} \left[ \left( \frac{T_0}{100} \right)^4 - \left( \frac{T}{100} \right)^4 \right] (1 - \psi_f) + \frac{\alpha (T_a - T)}{\rho \delta c}, \quad (1)$$

де  $c_0 = 5,67 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}^4$ ;  $\varepsilon_f$  – ступінь чорноти факела ( $\varepsilon_f = 0,85$ );  $T_f$  – температура поверхні факела ( $T_f = 800^\circ \text{C}$ );  $T_0$  – температура навколишнього середовища;  $T$  – температура площадки;  $\varepsilon_w$  – ступінь чорноти площадки ( $\varepsilon_w = 0,8$ );  $\rho$ ,  $c$  – густина і теплоємність матеріалу стінки резервуара;  $\delta$  – товщина стінки;  $T_a$  – температура повітряного середовища в місці дотику до елементарної площадки;  $\alpha$  – коефіцієнт конвекційного теплообміну;  $\psi_f$  – коефіцієнт взаємного опромінення з факелом

На рис. 2 наведено динаміку зміни температури термометри на стінці моделі резервуара, оберненої в бік пожежі (лінія 4) і результати розрахунку за формулою (1) – лінія 1.



**Рис. 2. Динаміка зміни температури термометри на стінці моделі резервуара, оберненої в бік полум'я: 1 – математичне очікування; 2, 3 – верхня і нижня межі інтервалу  $\pm 3\sigma$ ; 4 – результати експерименту**

В [1] побудовано стохастичну модель нагріву сухої стінки резервуара під тепловим впливом пожежі у випадку, коли температура випромінюючої поверхні полум'я і площа поперечного перерізу факела описуються стаціонарними випадковими процесами з нормальним розподілом. Показано, що температура сухої стінки резервуара також має нормальний розподіл, а її математичне очікування  $\bar{T}(t)$  співпадає з детермінованим розв'язком  $T(t)$  рівняння (1). Проведення перетворень, аналогічних викладеним в [1, 5], дозволяє отримати систему диференціальних рівнянь для визначення дисперсії розподілу температури на сухій стінці резервуара.

Лініями 2 і 3 на рис. 2 показано межі інтервалу  $T(t) \pm 3\sigma(t)$ . Аналіз графічних залежностей на рис. 3 свідчить, що експериментальні значення задовільно вкладаються в інтервал  $\pm 3\sigma$ , а розв'язок рівняння (1) може бути використаний як математичне очікування температури.

Отримані результати можуть бути використані для оцінки теплового впливу пожежі в обвалуванні на резервуар з нафтопродуктом.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.А. Моделирование пожаров, их обнаружения, локализации и тушения / Ю.А. Абрамов, А.Е. Басманов, А.А. Тарасенко. – Харьков: НУГЗУ, 2011. – 927 с.
2. Vasmanov A.E. Modelling an emergency hazard in the presence of wind / A.E. Vasmanov, Y.S. Kulik // Проблеми надзвичайних ситуацій – Харків: НУЦЗУ, 2015. – Вип. 22. – С. 3-7.
3. Басманов А.Е. Моделирование теплового воздействия пожара на резервуар с нефтепродуктом / А.Е. Басманов, Я.С. Кулик // Проблеми пожарной безопасности. – Харьков: НУГЗУ, 2013. – №34. – С. 25-29.
4. Vasmanov A.E. Experimental verification of the model of heating the tank in case of pool fire / A.E. Vasmanov, A.A. Mikhailiuk, Y.S. Kulik // Проблеми пожарной безопасности. – Харьков: НУГЗУ, 2016. – №40. – С. 35-39.
5. Абрамов Ю.А. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций в резервуарных парках с нефтепродуктами / Ю.А. Абрамов, А.Е. Басманов. – Харьков: АГЗУ, 2006. – 251 с.

## **ВИЯВЛЕННЯ І КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНИХ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН СУЧАСНИМИ МЕТОДАМИ АНАЛІЗУ В БІОЛОГІЧНИХ РІДИНАХ ОРГАНІЗМУ**

Ацетон – безбарвна, легкоспалахуюча рідина, темп. кип. 56,24° С. Він є добрим розчинником, в великих кількостях використовується при виробництві бездимного пороху, штучного шовку, є вихідною речовиною для одержання каучуку і деяких лікарських речовин. Проявляє токсичні властивості, описані випадки отруєння ацетоном. Широке застосування ацетону в промисловості і побуті створює небезпеку здоров'ю людини і загрозу виникнення пожежі.

В даній роботі ми пропонуємо методику виявлення і кількісного визначення ацетону методом газорідинної хроматографії в біологічних рідинах організму (сеча).

Умови хроматографування: Хроматограф Цвет-1 з полум'яно-іонізаційним детектором, твердий носій сферохром І (розмір частинок 0,25-0,5 мм), нерухома фаза 15% триетиленгліколь, колонка 300 x 0,4 см, температура колонки 82° С, випаровувача 130 -150° С, швидкість газу- носія (азоту) 50 мл/хв., водню – 25 - 30 мл/хв., повітря - 250 мл/хв.

Методика аналізу: До 10 мл сечі в пеніциліновому флаконі додають 0,5мл метилетилкетону, закривають гумовим корком і нагрівають на водяній бані 5 хв. Потім відбирають 5 мл парової фази і вводять в хроматограф. Знаходять параметри утримування і порівнюють їх з параметрами проби «свідка». При співпадінні часу утримування і відстані ацетону, виділеного з сечі і чистого ацетону, роблять висновок про наявність ацетону в сечі.

Кількісне визначення ацетону в сечі проводять методом внутрішнього стандарту. Для цього в пеніциліновий флакон вносять різні концентрації ацетону, додають реактиви як описано вище, відбирають шприцом 5 мл парової фази кожної концентрації, вводять в хроматограф і записують параметри утримування. Будують калібрувальний графік залежності відносного часу утримування від концентрації ацетону і по ньому визначають вміст ацетону в досліджуваних пробах.

Для більшої достовірності результатів аналізу проводять хімічні реакції: утворення йодоформу (жовтий осад), з натрій нітропрусидом  $Na_2[Fe(CN)_5NO]$  (оронжево-червоне забарвлення, яке після додавання розчину ацетатної кислоти переходить в червоно-фіолетове), з фурфуролом (червоне забарвлення) [1].

Опрацьована методика є чутливою і доступною для будь-якої лабораторії.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Крамаренко В.Ф. Хіміко-токсикологічний аналіз. Практикум / В.Ф.Крамаренко // Киев, Вища школа, Головное изд-во, 1982. - 272 с.

*А. І. Березовський, к. т. н., доцент, І. С. Тараненко, О. В. Пінчук, А. Ф. Крива,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ВИЗНАЧЕННЯ АДГЕЗІЙНОЇ МІЦНОСТІ ВОГНЕЗАХИСНИХ ВІБРОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ**

Для зниження рівня шуму та вібрації в різних областях техніки і народного господарства широке застосування знаходять полімери та полімерні композиційні матеріали, що володіють специфічними динаміко-механічними властивостями. Проте, істотним недоліком даного виду матеріалів є їх висока горючість. У ході вивчення публікацій науковців було встановлено, що одним з найбільш перспективних шляхів вирішення даних проблем, є використання модифікованих епоксидних матеріалів [1,2].

Але для повноцінного захисту металевих конструкцій, на які впливає механічна дія або вібрація, від впливу високих температур необхідно визначити також міцнісні характеристики вогнезахисних вібростійких покриттів.

В якості об'єктів дослідження були вибрані епоксидіановий олігомер марки ЕД-20, епоксидна смола модифікована поліорганосилоксаном марки Т-111, олігоефірциклокарбонат марки Лапролат-803, в якості затверджувача використовували диетилентриамін. Для зниження горючості епоксиполімеру, обраний антипірен поліамонійфосфат (ПАФ, дисперсністю 0,063-0,5 мкм).

На рис. 1 представлено адгезійну міцність методом рівномірного відриву модифікованих епоксиретанових полімерів, що пройшли термообробку (ТО) і отверджених протягом 5 діб при кімнатній температурі.

Представлені дані свідчать, що термообробка розроблених композицій дозволяє підвищити адгезійну міцність на 15 – 20%. При зміні співвідношень компонентів олігомерної матриці в системі Л-803:УП-655 адгезійна міцність практично не змінюється. Зі збільшенням кількості кремніємісткого олігомеру марки Т-111 і

епоксидіанового олігомеру марки ЕД-20 від 10 до 30 мас.ч. спостерігається збільшення адгезійної міцності на 35% і 40% відповідно. Це пов'язано з тим, що при збільшенні кількості модифікатора утворюється більше щита структура. Адгезійна сила зчеплення розробленого полімеру з підкладкою перевищує міцність клеювого шву, що дозволяє ефективно використовувати розроблені композиції як вібропоглинаюче покриття.

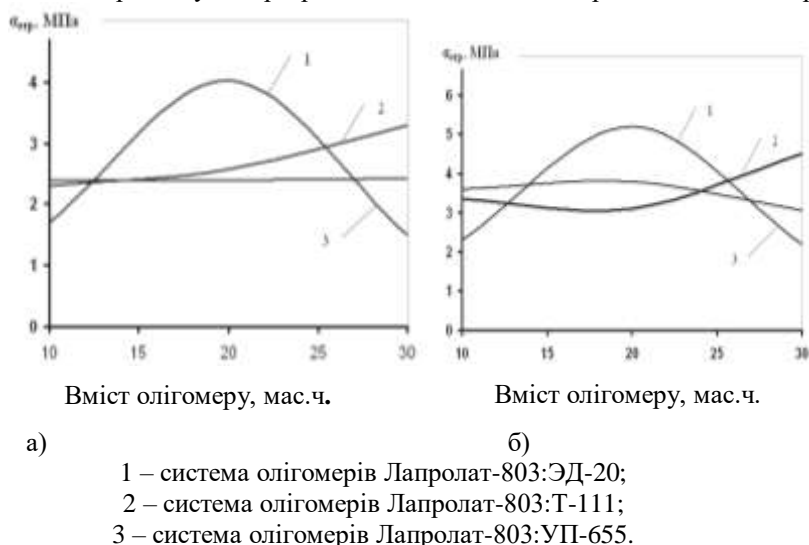


Рис. 1 адгезійно-міцнісні властивості наповнених композицій без термообробки (а) і з термообробкою (б).

Отже, адгезійну міцність було перевірено методом рівномірного відриву полімерів, що пройшли термообробку (ТО) і отверджених протягом 5 діб при кімнатній температурі. З даних графіків видно, що адгезійна міцність розробленого покриття складає 4-5 МПа. Термообробка розроблених композицій дозволяє підвищити адгезійну міцність на 15-20%.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Дувакин Н.И, Александрова Т.А. Опыт применения вибропоглощающих материалов. — Л.:ЛДНТП, 1986. — 455 с.
2. Липатов Ю.С. Физико-химические основы наполнения полимеров. — М.: Химия, 1991.—260 с.

*А. С. Беліков, д. т. н., професор, Придніпровська державна академія будівництва і архітектури,  
О. В. Борсук, С. С. Тарасов, І. Г. Маладика, к. т. н., доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України*

#### ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Актуальним і необхідним на сьогоднішній день є дослідження направлені на розробку нових заходів з підвищення вогнестійкості металевих конструкцій.

Пошуком основних науково-технічних рішень щодо вогнезахисту металевих будівельних конструкцій займалися такі науковці, як: Зігерн-Корн В. Н., Ройтман В. М., Романенков І. Г., Файбишенко В. К., Беліков А. С., Демчина Б. Г., Круковський П. Г., Цвіркун С. В., Новак С. В., Половко А. П., Борис А. П. та ін.

Переваги та недоліки існуючих методів підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій залишають відкритим питання пошуку нових способів та матеріалів для вогнезахисту, які володіли б великою кількістю переваг та незначними недоліками.

Останнім часом все більше перевагу віддають перспективним матеріалам для забезпечення вогнезахисту будівельних конструкцій серед яких розглядають легкий бетон, який відповідає новим вимогам до будівельних матеріалів з поліпшеними теплоізоляційними характеристиками та може виступати як екологічно чистий матеріал, підсилюючий несучу здатність металевих конструкцій.

Принцип захисної дії полягає у теплоізоляційних якостях легких і ніздрюватих бетонів, що ґрунтується на принципах застосування легких заповнювачів і структури легких матеріалів, які мають у своєму складі пори заповнені сухим повітрям. Ці матеріали ефективні з погляду теплоізоляції завдяки саме ніздрюватості або волокнистій структурі, що через бульбашки повітря створюють перепони всім видам теплового потоку (кондукційний, конвекційний і радіаційний). Опису матеріалів такої структури відповідають пористі, ніздрюваті бетони, мінеральна вата та інші. Завдяки структурі теплоізоляційних матеріалів, що

наділяє їх здатністю до термічного опору і дозволяє знизити передачу теплоти від внутрішньої поверхні стіни до зовнішньої, що дає змогу їх застосовувати в якості вогнезахисту будівельних конструкцій.

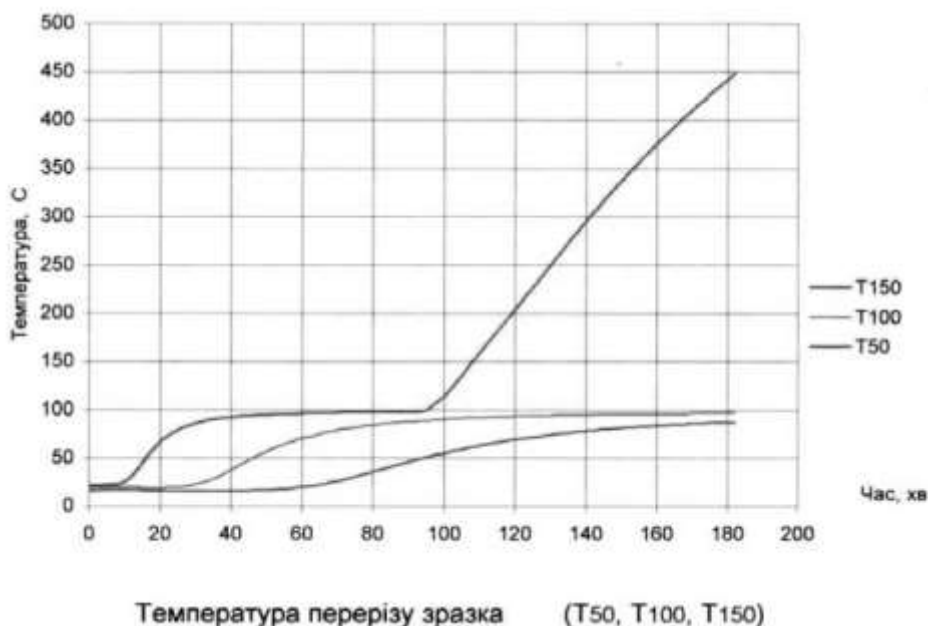


Рис. 1. Розподіл температури прогрівання зразку стіни з газобетону у 200 мм ( $T_{50}$  – на позначці 50 мм зі сторони прогріву;  $T_{100}$  – 100 мм,  $T_{150}$  – 150 мм відповідно)

З досвіду сусідньої Республіки Білорусь з теплової модернізації існуючих будівель житлового та громадського призначення до 5-ти поверхів, широке застосування отримали системи утеплення виконані кладкою теплоізоляційних ніздрюватобетонних блоків, поряд з великою кількістю позитивних характеристик, показники зростання теплозбереження збільшились у 2,13 рази [1].

Це вказує на ефективність даного матеріалу як теплоізоляційного, що засвідчено високими показниками термічного опору, що впливає на зменшення їх теплопровідності, але для застосування ніздрюватих бетонів як вогнезахисного матеріалу потребує випробування на вогнестійкість, особливо відношення товщини ніздрюватого бетону до показника вогнезахисної здатності – межі вогнестійкості. Це робить ніздрюватий бетон перспективним матеріалом для дослідження на вогнестійкість та його подальшого застосування для захисту металевих конструкцій, які – вразливі до високих температур, але є незамінним будівельним матеріалом.

Проведені виробниками ніздрюватих бетонів дослідження вогнестійкості стіни виконаної з газобетону ( $400 \text{ г/см}^3$ ) товщиною 200 мм відповідно до рис.1. вказує на розподіл температури по товщині стіни при максимальній температурі  $1140^\circ\text{C}$  у випробувальній печі на протязі 180 хвилин [2].

Однак слід зауважити, що поряд з перерахованими достоїнствами мають місце і недоліки, серед яких просідання і невисокі показники міцності на стиск. Частково ці недоліки знайшли хімічне та конструктивно-технологічне вирішення, наприклад, через додавання модифікованих добавок та армування [3].

Виходячи з тенденції зростання цін на енергоносії, статистики зростання пожеж, у сучасному будівництві актуальним є пошук матеріалів, які б не тільки могли використовуватися для підвищення вогнезахисту, але й могли бути основним пожежобезпечним матеріалом для будівництва, тобто універсальним для зведення новобудов, реконструкції споруд, що експлуатуються та підвищення їх вогнестійкості. Опису таких матеріалів цілком відповідають легкі та ніздрюваті бетони, які можуть використовуватися як матеріал для збільшення часу вогнестійкості металевих несучих конструкцій, а також як самостійний пожежобезпечний будівельний матеріал з хорошими звуко- та теплоізоляційними характеристиками та високими екологічними показниками, однак потребують додаткових експериментальних досліджень при застосуванні в якості засобу підвищення вогнестійкості металевих конструкцій.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Збірник наукових праць II-го Міжнародного науково-практичного семінару. Дніпропетровськ - 2005, с. 67-78.
2. Протокол випробувань на вогнестійкість завтовшки 200 мм із блоків з ніздрюватого бетону UDK Суперблок 600x200x200-B2(M25)-D400-F25 від 07.04.2010 року.
3. Осипенко В. І., Поздєєв С. В., Тищенко І. Ю. Будівельні матеріали та їх поведінка при дії високих температур: Навч. посіб. // Черкаси: 2012. – 202 с.

## **ОЦЕНКА ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ КРАТКОСРОЧНОГО ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА**

Развитие промышленности и внедрение современных технологических процессов требуют постоянного увеличения потребления энергии. В то же время системы коммутационных приборов уже почти достигли максимальных пределов своих эксплуатационных возможностей. В связи с ростом токовых нагрузок, внедрением мощного электротехнического оборудования существенно возросла опасность возникновения перегрузок, что приводит к риску возникновения электрической дуги короткого замыкания (ЭДКЗ). Несмотря на то, что в качественных выключателях дуга гасится за четверть периода промышленной частоты, короткое замыкание способно повлечь за собой самые разрушительные последствия для оборудования. Возникнув в одном из элементов энергетической системы, короткое замыкание способно нарушить её функционирование в целом.

Значительные по величине тепловые импульсы, возникающие в дуге короткого замыкания, способны вызвать разрушение стенок электротехнического оборудования с последующим развитием пожара. В больших энергосетях ЭДКЗ может приводить к тяжёлым системным авариям и выводу из строя дорогостоящего электротехнического оборудования (щитов, сборок, распределительных устройств). Поэтому при возникновении открытой электрической дуги внутри устройства с высоковольтным электрооборудованием должны быть обеспечены локализация аварии или пожара и ограничение разрушений в пределах замкнутого отсека или монтажной единицы.

Одним из действенных способов защиты от ЭДКЗ может являться нанесение на металлические поверхности терморасширяющихся (вспучивающихся) покрытий. Такие покрытия применяют для повышения огнестойкости металлических конструкций, где температурно-временные показатели режима стандартного пожара имеют невысокие значения (скорость подъема температуры в первые пять минут составляет 100-110 К/мин.). Вместе с тем применение огнезащитных красок для защиты от ЭДКЗ проблематично вследствие отсутствия данных об их защитных свойствах при воздействии импульсного высокоэнергетического источника.

Для оценки огнезащитной эффективности материалов различной природы используются разнообразные методы, включая воздействие пламени газовой горелки, нагретой проволоки, излучения плазмы дугового разряда и собственно электрической дуги короткого замыкания. Очевидно, что испытания противопожарных покрытий необходимо проводить в условиях максимально приближенных к реальным. Однако испытания созданием ЭДКЗ требует сложного оборудования и связано с большими энергетическими затратами.

Цель исследования заключалась в разработке состава для защиты электротехнического оборудования от воздействия электрической дуги короткого замыкания и подборе эффективного и не дорогостоящего метода оценки его защитных свойств.

В работе рассматривается действие ламинарной плазменной струи электродугового плазматрона применительно к определению защитных свойств покрытий, специально разработанных для электротехнического оборудования, подверженного воздействию дуги короткого замыкания.

Для достижения необходимой степени защиты от ЭДКЗ разработан ряд рецептур покрытий различного состава, в которых варьировалась природа и содержание составляющих его компонентов. Защитные композиции подвергали испытаниям в ламинарной плазменной струе, генерируемой электродуговым плазматроном. Для проведения испытаний использовалась аргоновая ламинарная плазменная струя при токе около 200 А. Устойчивость ламинарного плазменного потока, высокая температура (более 10000 К) и слабый газодинамический напор обеспечивают возможность его использования для испытаний защитных покрытий для электротехнического оборудования, максимально приближенных к действию электрической дуги короткого замыкания.

Научная идея применения плазменной дуги состояла в получении результатов сравнительных испытаний незащищенных и защищенных разрабатываемыми составами пластин, двигающихся с различной скоростью относительно плазменной струи. Плазменная струя позволяет смоделировать условия резкого повышения температуры, реализующиеся при возникновении дуги короткого замыкания.

Обработке подвергались стальные пластины толщиной 0,3 мм с защитными покрытиями различного состава и толщины, которые устанавливались на расстоянии 10 мм от среза сопла плазматрона. Исследование защитной эффективности образцов с покрытием проводили при увеличении теплового воздействия до 2,7 раз по сравнению с исходными образцами. Экспериментально установлено, что при прочих равных условиях разрушение исходной пластины происходит при скорости ее перемещения относительно плазменной струи 16 см/с. В то же самое время при воздействии плазменной струи при скорости движения пластины с защитным покрытием 9 см/с наблюдается только частичное выгорание покрытия без каких-либо разрушений металла, а

при скорости 6 см/с только в отдельных случаях на защищенной пластине наблюдается появление незначительных оплавлений по краям.

Одновременно найдено, что при действии струи плазмы на пластину, установленную стационарно, без покрытия она прожигается мгновенно, в то время как защитное покрытие позволяет увеличить время прогорания пластины до 5 секунд.

Таким образом, испытаниями в ламинарной плазменной дуге показано, что разработанный состав проявляет защитные свойства при очень высоких скоростях подъема температуры, реализующихся при кратковременном воздействии высокоэнергетического источника, и может быть рекомендован для защиты электротехнического оборудования и других специальных целей.

*<sup>1</sup>В.В. Богданова, д. хим. н., профессор, <sup>1</sup>О.И. Кобец, к. хим. н., <sup>1</sup>О. Н. Бурая, <sup>2</sup>И. Ю. Иванов,  
<sup>1</sup>Учреждение Белорусского Государственного университета  
«Научно-исследовательский институт физико-химических проблем»,  
<sup>2</sup>ГУО «Университет гражданской защиты» МЧС Республики Беларусь*

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ТЕРМОВСПЕНИВАЮЩИХСЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВКЛАДЫШЕЙ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ МУФТ**

Противопожарные муфты, содержащие вкладыш из термовспенивающегося композиционного материала, с большой эффективностью применяются для предотвращения распространения пожара по трубопроводам из полимерных материалов в межэтажных проходках строительных сооружений. Необходимость использования противопожарных муфт регламентирована нормативными документами и строительными нормами. Принцип действия противопожарной муфты основан на их способности предотвращать распространение пламени и продуктов горения между этажами или смежными помещениями за счет значительного увеличения в объеме термовспенивающегося вкладыша при огневом воздействии с образованием плотного, негорючего пенококса, который заполняет пустоты в проходочном отверстии.

Для разработки эффективных, экономичных отечественных термовспенивающихся полимерных материалов, применимых в противопожарных муфтах или других устройствах, с целью предотвращения распространения пламени по внутренним строительным коммуникациям, изучались технологические способы создания и физико-химические свойства наполненных полимерных композитов, склонных к образованию термовспениваемых структур.

Получены образцы термовспенивающихся полимерных материалов, приготовленных введением наполнителей, вспенивающих агентов (природных минеральных продуктов – доломита, гранита, слюды, талька, соединений титана или хрома, термовспенивающегося графита – ТРГ, карбонат-содержащих соединений, орто- или полифосфатов) в полимерную матрицу двумя способами: по первому способу – в разогретый до 125–140 °С полиолефиновый полимер, а по второму – в пленкообразующие дисперсии на водной основе. Композиты наносили тонким слоем (0,8–2 мм) на бумажную или тканевую основу.

Исследования по выбору природы и содержания в композиции полимерного связующего проводили, используя смеси термопластичных полиолефиновых полимеров с сополимерами и/или эластомерами: атактический полипропилен, низкомолекулярный полиэтилен, хлорпарафин, пропилен-этиленовый сополимер, сэвilen, полиизобутиленовый каучук.

Композиции на водной основе содержали дисперсии сополимеров на основе акрилатов, стирол-акрилового латекса, полиуретанового полимера или эластомеров на основе винилацетата с этиленом. Наиболее эффективными пленкообразующими и вспенивающими свойствами обладали водные суспензии на основе поливинилацетата или сополимеров винилацетата.

Для полимерных термовспенивающихся композиций предъявленным требованиям более всего отвечали эластомеры на основе винилацетата и смеси латекса с полимерами, содержащими сэвilen. Найдено, что для обеспечения удовлетворительных термозащитных и физико-механических характеристик вспенивающихся композиций как на водной основе, так и полимерной содержание связующего должно быть не ниже 40 %.

Экспериментами по определению кратности термовспенивания (500 °С) композитов установлено, что с увеличением содержания ТРГ от 2,5 % до 20 % в смеси с различными минералами объем карбонизованного продукта соответственно увеличивается в 5–45-кратном размере. Однако при увеличении содержания ТРГ свыше 2,5 % в смесях со всеми исследованными минералами наблюдается падение плотности вспененной структуры. Лучшие показатели по кратности вспенивания и плотности пористой структуры достигнуты для рецептуры на основе доломита с 2,5 % содержанием ТРГ.

Для тестирования теплоизолирующей способности лучших по вспенивающему эффекту образцов нами разработана лабораторная методика, моделирующая условия испытаний по ГОСТ Р 53306 и СТБ 2224. В ходе эксперимента фиксировали время (мин) достижения предельного состояния (температура не выше 120 °С) на необогреваемой поверхности исследуемого образца, а также время потери его целостности (таблица).

Огневые испытания, приближенные к стандартным условиям, подвергали по одной из наиболее эффективных композиций, полученных по каждому из технологических способов: образец 1 – композит на основе полимерного связующего, образец 2 – на основе пленкообразующей дисперсии. Для сравнения в сопоставительных условиях испытывали теплозащитные свойства зарубежного аналога (образец 3).

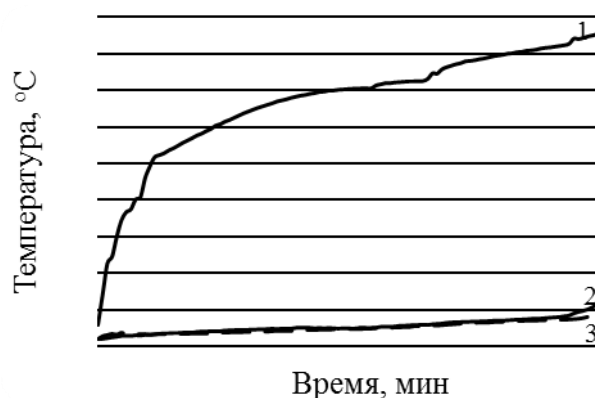
Таблица. – Данные огневых испытаний теплозащитных свойств композиционных материалов, полученных различными способами

образец	Температура с необогреваемой стороны по окончании опыта, °С		Время, мин	
	на поверхности фрагмента трубопровода	внутри фрагмента трубопровода	начало вспенивания образца	потеря теплоизолирующей способности (предел огнестойкости)
	120	84	4	108
	120	95	3	100
	120	190	3	67

Примечание. Максимальная температура, достигаемая внутри лабораторной установки в отличие от стандартизированной – 850 °С.

На примере образца 1, проявившего лучшие теплозащитные свойства по результатам расширенных лабораторных испытаний, показаны зависимости «температура-время» (рисунок), полученные в условиях, приближенных к стандартным.

Дальнейшие исследования по разработке термовспенивающегося композиционного материала для противопожарных муфт будут направлены на поиск путей повышения предела огнестойкости за счет регулирования соотношения основных ингредиентов и исследования физико-химических свойств исходных и прогретых композитов для более глубокого понимания происходящих процессов тепло-массопереноса во время огневого воздействия.



1 – температура в печи; 2 – температура на необогреваемой поверхности фрагмента полимерного трубопровода; 3 – температура внутри полости фрагмента полимерного трубопровода с необогреваемой стороны

**Рисунок – Экспериментальные зависимости «время–температура» при расширенных испытаниях теплозащитных свойств разрабатываемого композиционного термовспенивающегося материала (образец 1).**

Таким образом, получены образцы термовспенивающегося композиционного полимерного материала, применимого в устройствах для предотвращения распространения пламени по внутренним строительным коммуникациям, в том числе в противопожарных муфтах. Разработаны технологические приемы создания разрабатываемого композиционного материала на основе термопластичных полимеров и полимерных водных суспензий. Разработана методика и проведены расширенные лабораторные испытания теплозащитных свойств наиболее эффективных композиций, полученных двумя способами. В условиях, приближенных к стандартным, лучшие образцы композиционного полимерного термовспенивающегося материала обеспечивают в 1,5 раза более высокий предел огнестойкости по сравнению с зарубежным аналогом.



## ОГНЕЗАЩИТНО-ОГНЕТУШАЩИЙ СОСТАВ КОМПЛЕКСНОГО ДЕЙСТВИЯ «КОМПЛЕКСИЛ» ДЛЯ БОРЬБЫ С ЛЕСНЫМИ И ТОРФЯНЫМИ ПОЖАРАМИ

Практика применения специализированных составов огнезащитного (Метафосил) и огнетушащего (Тофасил) для предупреждения и тушения соответственно лесных и торфяных пожаров показала, что назрела необходимость создания средства тушения комплексного действия, способного эффективно предотвращать и тушить разные по своей химической природе горючие материалы такие, как древесина и торф. Одновременно при разработке нового огнезамедлительного средства (Комплексил) необходимо было обеспечить улучшенные или сопоставимые с базовыми средствами тушения и огнезащиты свойства: смачивающую, карбонизирующую способность и атмосферостойкость.

Целью данной работы являлось проведение сопоставительных исследований огнезащитно-огнетушащей эффективности и физико-химических свойств нового средства, получившего название Комплексил, с известными Метафосилом и Тофасилом.

Комплексил, как и составы сравнения (таблица), представляет собой синтетическую суспензию аммонийных фосфатов в растворном компоненте с уменьшенным содержанием фосфора, что в целом позволило снизить его стоимость. Из данных таблицы следует, что Комплексил обладает более высокими огнезащитными свойствами по отношению к древесине по сравнению с базовыми составами: потеря массы после огневых испытаний (ГОСТ 16363) огнезащищенных комплексным составом образцов снижается в 2-2,3 раза, а температура отходящих газов ( $T_r$ ) – на 100-110 °С. Для исходной и обработанной предварительно древесины те же параметры после испытаний несопоставимо хуже:  $\Delta m$  выше в 9,3 раза, а  $T_r$  – на 470 °С. Смачивающая способность Комплексила и базовых ОС (количество поглощенного состава в пересчете на один грамм сухого вещества торфа в %/г) по сравнению с водой выше в 1,5-2 раза, а огнетушащая эффективность в 7-11 раз лучше. Характерно, что Комплексил на торфе обладает лучшей смачивающей способностью и сопоставимой огнетушащей эффективностью по сравнению со специализированным составом Тофасил.

Таблица – Химический состав, огнезащитная и огнетушащая эффективность по отношению к древесине и торфу огнезадерживающих средств (составов, воды и раствора ПАВ)

ОС	Молярные соотношения основных компонентов $Al_2O_3:ZnO:CaO:$ $:MgO:HCl:NH_3:$ $:P_2O_5:SiO_2$	Огнезащитная эффективность на древесине (ГОСТ 16363)			Огнетушащая эффективность на торфе	
		$\Delta m$ , %	Температура отходящих газов, $T_r$ , °С	Группа огнезащитной эффективности	$\Delta m$ после горения, %	Смачивающая способность, %/г
Метафосил	0,25:0,75:0:0:0: :5,9:3,1:0,43	8,6	267	1	5,7	9,6
Тофасил	0,25:0,75:0:0:0: :13,2:5,31:0,43	10,0	254	2	5,1	15,7
Комплексил	0:0:0,33:0,33: :1,47:6,93:1,9:0	4,2	157	1	2,9	15
вода	-	39,1	627	-	46,6	7,6
2% р-р ПАВ	-	39,1	627	-	46,6	11,5

Примечание 1 – Относительная влажность исходного торфа 48,6 %, зольность – 11,24 %; время тления исходного торфа во время огневых испытаний 510 с; огнезащищенные образцы не тлеют;

Примечание 2 – Концентрации рабочих растворов ОС – 7 %.

Калориметрические и термогравиметрические исследования (ДСК и ТГ) исходных и огнезащищенных образцов древесины и торфа (200–600 °С) выявили высокую карбонизирующую способность Комплексила по отношению к древесине и торфу, сопоставимую с базовыми ОС. При термоллизе огнезащищенных образцов опилок и торфа происходит изменение тепло-массообмена, снижение скорости их терморазложения как на стадии начала интенсивной газификации (250-350 °С), так и на стадии глубокой термодеструкции (450–550 °С).

Проведены испытания огнетушащей эффективности Комплексила при тушении очагов пожара класса А, а также полигонные испытания его огнезащитной и огнетушащей эффективности в лесном массиве и в очаге горения торфа. При тушении очагов пожара ранга 2А показана высокая надежность применения ОС

комплексного действия, сравнимая с Метафосилом, причем, в обоих случаях отсутствовало повторное воспламенение горючего материала.

Натурными испытаниями в лесном массиве установлено, что огнезащитные свойства Комплексила при пожарной опасности в лесу по условиям погоды соответствующей 3 классу при плотности вылива 1,5-1,8 л/м<sup>2</sup> сохраняются не менее 30 суток при количестве выпавших осадков за этот период до 34 мм. Полученные данные для Комплексила и Метафосила сопоставимы. При применении Комплексила для локализации и тушения очага торфяного пожара показано, что при плотности вылива его 8 % рабочего раствора до 40 л/м<sup>2</sup> горение и тление торфа прекращалось, а влажность торфа увеличивалась в 2–3 раза, повторного возгорания торфяной залежи не наблюдалось, тогда как после тушения водой аналогичного торфяного очага процесс горения и тления торфа возобновляется.

Технология получения огнезащитно-огнетушащего состава не оказывает вредного воздействия на окружающую среду, поскольку сточные воды, твердые и жидкие отходы, выбросы в атмосферу вредных веществ в производстве Комплексила отсутствуют. Санитарно-токсикологическими исследованиями установлено, что Комплексил относится к веществам IV класса опасности (малоопасные вещества), его концентрат и водные рабочие растворы не обладают кожно-раздражающим действием. Поскольку Комплексил в своем составе не содержит токсических компонентов, то его концентрат и рабочие растворы после соответствующего разбавления могут быть утилизированы в установленном порядке, не нанося ущерба водным объектам хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Исследования по лесоводственно-экологическим аспектам применения Комплексила показали, что наряду с высокой огнезащитно-огнетушащей эффективностью при борьбе с лесными и торфяными пожарами он одновременно немного усиливает минеральное питание и рост лесных фитоценозов.

Таким образом, лабораторными и полигонными огневыми испытаниями показано, что Комплексил по огнезащитной, огнетушащей эффективности, карбонизирующей способности и надежности при борьбе с лесными и торфяными пожарами сопоставим по эффективности с Метафосилом и Тофасилом, являясь при этом более дешевым. В отличие от известного огнетушащего состава ОС-5 состав Комплексил не только более экономичен, но и обладает значительно более высокой атмосферостойкостью при более низкой (в 1,3 раза) концентрации рабочего раствора. Огнезащитные свойства Комплексила в лесорастительной среде сохраняются в течение как минимум 30 суток при выпадении природных осадков в количестве до 34 мм, тогда как ОС-5 эффективен только до первого дождя.

*О. Р. Бородіна, О. С. Алексеева, к. т. н., доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ**

Техногенна та пожежна безпека — це стан захищеності населення, території, об'єктів від негативних наслідків надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

За характером походження безпеки бувають:

- природного характеру (стихійні лиха, захворюваність людей, заразні хвороби тварин та рослин тощо);
- техногенного характеру (транспортні аварії, пожежі, неспровоковані вибухи, аварії з викидом небезпечних хімічних і радіоактивних речовин тощо);
- соціально-політичні безпеки (політичні безпеки: тероризм; соціальні безпеки: злочинність, бродяжництво, алкоголізм, тютюнопаління та інші);
- комбіновані безпеки (природно-техногенні безпеки: озонові діри, кислотні дощі, опустелювання, парниковий ефект тощо; природно-соціальні безпеки: наркоманія, епідемії інфекційних захворювань, венеричні захворювання, СНІД).

Справжня техносфера з'явилась в епоху промислової революції, коли пара та електрика дозволили багаторазово посилити технічні можливості людини: швидко пересуватися по земній поверхні і створювати світове господарство, заглибитись у земну кору та океани, піднятися в атмосферу, створити багато нових речовин.

Вогонь, що вийшов із-під контролю, здатний викликати значні руйнівні та смертоносні наслідки. До таких проявів вогняної стихії належать пожежі.

Серед великої кількості пожеж, які виникають на об'єктах народного господарства, значну кількість займають пожежі класу В (горіння рідин або твердих речовин, які розтоплюються). До таких пожеж відносяться: горіння нафти, бензину, мастила, гасу, спиртів, розчинників, лаків та фарб, рідких пестицидів та отрутохімікатів тощо. Основний механізм припинення горіння пожеж класу В полягає в ізоляції горючих парів від окисника, але додатково на процес припинення горіння впливають такі фактори як охолодження, флегматизація та інгібування. Найбільш широко для гасіння даного класу пожеж застосовується повітряно-механічна піна середньої та низької кратності (гасіння майже всіх видів), але також використовують розпилену

та тонко розпилену воду (гасіння розлитого трансформаторного мастила), воду з додаванням поверхнево-активних речовин та інших добавок, вогнегасні порошки.

Важливо підкреслити, що навчання працюючого населення діям у надзвичайних ситуаціях є обов'язковим і здійснюється у робочий час за рахунок коштів роботодавця а також під час проведення спеціальних об'єктових навчань і тренувань з питань ЦЗ.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. <http://firebarrier.com.ua/ua/produksiya/tekhnogenna-y-pozhezhna-bezpeka/>
2. <http://refleader.ru/ujgpolujgbew.html>
3. С.В. Жартовський, к.т.н., УкрНДЦЗ, В.М. Кришталь, І.Г. Маладика, к.т.н., доц., А.О. Биченко, к.т.н., А.А. Лавренко, АПБ ім. Героїв Чорнобиля
4. <http://studies.in.ua/bjd-gandzyuk/982-chastina-v-pozhezhna-bezpeka.html>

*В. В. Володіна, студентка, О. С. Алексеєва, к. т. н., доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

### ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ТРАГІЧНИХ НАСЛІДКІВ ПІД ЧАС ПОЖЕЖ У БУДІВЛЯХ НЕБЕЗПЕЧНОЇ ПОВЕРХОВСТІ

Будівлі небезпечної поверховості в силу своєї специфіки мають велику ступінь потенційної пожежної небезпеки в порівнянні з малоповерховими будівлями та надзвичайну небезпеку вогню для життя людей і рятувальників.

Основні причини трагічних наслідків під час пожеж у висотних будинках - відсікання шляхів евакуації продуктами горіння і вогнем. Для висотних будинків характерний швидкий розвиток пожежі по вертикалі й велика складність забезпечення евакуації та рятувальних робіт. Продукти горіння заповнюють евакуаційні шляхи, ліфтові шахти, сходові клітини. Швидкість поширення диму та отруйних газів по вертикалі може досягати кількох десятків метрів за хвилину. За мить будівля повністю задимлюється, а перебування людей у таких приміщеннях без засобів захисту органів дихання неможливе. Найінтенсивніше задимлюються верхні поверхи, де розвідка, порятунок людей і подача засобів гасіння дуже ускладнені. Крім того, під час пожежі часто виходять з ладу ліфтове обладнання та системи протипожежного захисту.

Аналіз наслідків пожеж у висотних будівлях, споруджених наприкінці ХХ століття, свідчить, що трагічному розвитку подій сприяють такі чинники:

- низька межа вогнестійкості будівельних конструкцій;
- великі внутрішні об'єми, нерозділені протипожежними перешкодами;
- недостатня кількість шляхів евакуації та їх низька пропускна здатність;
- порушення цілісності огорожувальних конструкцій, у тому числі протипожежних перешкод, внаслідок проходження через них різного інженерного обладнання;
- брак евакуаційних планів на випадок аварій і пожеж;
- підвісні стелі;
- висока питома вага пожежного навантаження (обладнання, меблів, облицювання)

Технічні засоби пожежної безпеки, які сьогодні закладають під час проектування висотних будівель (стійкість будівельних конструкцій, автономні системи електроживлення, протипожежні технічні поверхи та простори, системи оповіщення та автоматичного пожежогасіння, димовидалення, аварійні ліфти та евакуаційні виходи), не здатні забезпечити надійний захист людей під час евакуації з висоти понад 50 м (приблизно 17-18-й поверхи за розрахункової висоти поверху 3 м).

Тому, для забезпечення високого рівня пожежної безпеки висотних будівель доцільно розробляти спеціальні технічні умови на проектування систем їх протипожежного захисту, які дозволять врахувати технологічні, архітектурні та інші специфічні особливості об'єкта.

Оскільки, виконання вимог пожежної безпеки є складовою частиною проектування, важливо проводити консультації архітекторів і проектувальників з фахівцями та експертами з пожежної безпеки. Досвід світового проектування і будівництва висотних будівель вказує на необхідність залучення до складу команди проектувальників спеціаліста з питань пожежної безпеки на всіх етапах будівництва.

Також, однією з основних причин трагічних наслідків під час пожеж у висотних будівлях є відсутність новітньої пожежної техніки, засобів захисту особового складу та людей, а саме: автодрабин великої висоти підйому (60 і більше метрів), автомобілів комбінованого пожежогасіння з насосами, спроможними подавати вогнегасну речовину на великій відстані й висоті, роботизованої техніки різного призначення, засобів захисту органів дихання з часом захисної дії не менш ніж 90 хвилин тощо.

Складне сучасне соціально-економічне становище у державі призвело до того, що з експлуатації не виводяться зношені, морально застарілі основні фонди, а нові вводяться в експлуатацію в обмеженій кількості,

технологічні процеси не прогресують, постійно виникають фінансові проблеми стосовно утримання підрозділів пожежної охорони та придбання технічних засобів для гасіння пожеж.

Все це негативно впливає на якість пожежогасіння у висотних будівлях, що у свою чергу призводить до значних людських втрат, матеріальних збитків та забруднення довкілля.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Державні будівельні норми України ДБН В.2.2-24:2009. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків, п.9 «Пожежна безпека»
2. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 № 1417 «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні»
3. Наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України від 30.08.2011 №900 «Про затвердження Рекомендацій щодо гасіння пожеж у висотних будівлях»
4. <http://service01.in.ua/index.php?/topic/171-obzor-statistika-i-analiz-krupnykh-pozharov>

*А. В. Васильченко, к. т. н., доцент,  
Национальный университет гражданской защиты Украины*

### ОЦЕНКА ТОЛЩИНЫ ОГНЕЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ

При возведении высотных железобетонных зданий одним из путей повышения их прочности является максимальное облегчение конструктивных элементов. Большое количество изгибаемых строительных конструкций позволяет даже при небольшой экономии материала на каждой из них получить значительный выигрыш в весе для всего здания. Например, объектом изучения можно выбрать железобетонные плиты перекрытия. Уменьшить их вес без снижения прочности возможно только за счет уменьшения толщины защитного слоя бетона.

В то же время для высотных зданий как объектов повышенной пожарной опасности необходимо обеспечить I степень огнестойкости. При уменьшении толщины защитного слоя бетона изгибаемого элемента сохранить необходимый предел огнестойкости можно за счет специальных огнезащитных покрытий, имеющих существенно меньшую плотность, чем бетон. Таковыми могут служить керамзитобетонная штукатурка ( $1000 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ ), покрытия ОФП-ММ ( $300 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ ), Сотерм-М1 ( $370 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ ), и др. [1]. При использовании для железобетонных плит перекрытия бетона класса В-20 на известковом заполнителе уменьшение толщины защитного слоя бетона на 1 см дает удельный выигрыш в весе от 10 до 20  $\text{кг}\cdot\text{м}^2$ .

Ранее, при строительстве зданий многоэтажных и повышенной этажности проблема уменьшения веса конструктивных элементов не стояла с такой остротой, и поэтому она практически не рассматривалась.

Согласно ДБН В.1.1-7-2002 в зданиях I степени огнестойкости необходимо обеспечить предел огнестойкости железобетонных плит перекрытия не менее 60 мин. Однако, мировой опыт показывает, что в высотных зданиях желателно повысить это значение в 2-4 раза [2]. Уменьшение толщины защитного слоя бетона плиты перекрытия значительно уменьшит ее предел огнестойкости. Поэтому необходимо оценить толщину огнезащитного покрытия, способного обеспечить требуемый предел огнестойкости железобетонных плит перекрытия при уменьшении в них толщины защитного слоя бетона.

Воспользовавшись уравнением теплопроводности Фурье для описания одномерного температурного поля

$$\frac{\partial}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{\rho C} \nabla^2 t, \quad (1)$$

и выполнив отдельно преобразования получим [2]:

для слоя огнезащитного покрытия:

$$\text{erf} \frac{\sqrt{a_p} + p}{2\sqrt{a_p \tau_p}} = \text{erf} X_p = \frac{t_l - t_{pb}}{t_l - t_0} \quad (2)$$

и для бетона:

$$\text{erf} \frac{k\sqrt{a_b} + \delta}{2\sqrt{a_b \tau_b}} = \text{erf} X_b = \frac{t_{pb} - t_{crS}}{t_{pb} - t_0}. \quad (3)$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности;  $\rho$  – плотность;  $C$  – коэффициент теплоемкости;  $\nabla^2$  – оператор Лапласа;  $k$  – коэффициент плотности бетона;  $a_b$ ,  $a_p$  – коэффициенты температуропроводности;  $p$  – толщина покрытия;  $\delta$  – толщина защитного слоя бетона;  $t_l$  – температура стандартного пожара;  $t_0$  – начальная температура;  $t_{pb}$  – температура на границе раздела покрытия и бетона;  $t_{crS}$  – критическая температура арматуры.

Точное решение задачи аналитически осложняется тем, что для описания теплообмена двухслойной системы "покрытие-бетон" трудно заменить граничные условия III и IV рода граничными условиями I рода. Количество неизвестных превышает количество уравнений, поэтому решение задачи предложено в приближенном виде.

Если принять, что для бетона класса В-20 на известковом заполнителе при минимальной влажности его плотность  $\rho_b = 2250 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ , коэффициент плотности бетона  $k = 0,615 \text{ ч}^{-0,5}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_b = 0,7685 \text{ ккал}\cdot(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot\text{гр})^{-1}$ , коэффициент теплоемкости  $C_b = 0,26 \text{ ккал}\cdot(\text{кг}\cdot\text{гр})^{-1}$ , то его коэффициент температуропроводности

$$a_b = \frac{\lambda_{t,m}}{C_b \rho_b} = \frac{0,7685}{(0,26) \cdot 2250} = 0,00131 \text{ м}^2/\text{ч}. \quad (4)$$

Прочность железобетонных плит перекрытия определяется прочностью стальной арматуры. При значении критической температуры стальной арматуры  $500 \text{ }^\circ\text{C}$  предел огнестойкости железобетонной плиты перекрытия составит

$$\tau_b = \left( \frac{k \cdot \sqrt{a_b} + \delta_b}{2 \cdot X_b \cdot \sqrt{a_b}} \right)^2 = \left( \frac{0,615 \cdot \sqrt{0,00131} + 0,01}{2 \cdot 0,607 \cdot \sqrt{0,00131}} \right)^2 = 0,5 \text{ ч}, \quad (5)$$

где  $\delta_b$  – толщина защитного слоя бетона, м;  $X_b$  – аргумент функции ошибок Гаусса.

Критическая температура арматуры зависит от марки стали и величины рабочих нагрузок на изгибаемый конструктивный элемент и обычно изменяется в пределах  $400 \dots 700 \text{ }^\circ\text{C}$ . При этом предел огнестойкости изменяется от 0,4 до 0,75 ч. Т.е. проверка показала, что, предел огнестойкости железобетонных плит перекрытия при уменьшении защитного слоя до 1 см меньше требуемого и его следует повысить.

Пределы огнестойкости, которые способны обеспечить огнезащитные покрытия, рассчитаны по (2) и приведены в табл. 1. Они превышают нормативные значения, но меньше желаемого (120 мин). Однако, толщина защитного слоя бетона плиты также дает существенный вклад в суммарный предел огнестойкости. Время прогрева защитного слоя бетона до критической температуры в зависимости от температуры, достигнутой на границе раздела покрытия и бетона, рассчитанное по (3), показано в табл. 2.

**Таблица 1 – Характеристики огнезащитных покрытий**

№	Характеристики	Сотерм-М1	ОФП-ММ	Керамзитобетонная штукатурка
1	Плотность, $\rho_p$ , $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$	370	300	1000
2	Коэффициент теплопроводности, $\lambda_p$ , $\text{ккал}\cdot(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot\text{гр})^{-1}$	0,095	0,086	0,243
3	Коэффициент теплоемкости, $C_p$ , $\text{ккал}\cdot(\text{кг}\cdot\text{гр})^{-1}$	0,26	0,33	0,24
4	Коэффициент температуропроводности, $a_p$ , $\text{м}^2\cdot\text{ч}^{-1}$	0,00099	0,00087	0,001
5	Предел огнестойкости при $p = 1 \text{ см}$ , $\tau_{p1}$ , ч	1,17	1,21	1,17
6	Предел огнестойкости при $p = 2 \text{ см}$ , $\tau_{p2}$ , ч	1,81	1,91	1,8

**Таблица 2 – Время прогрева защитного слоя бетона до критической температуры**

Температура на границе раздела покрытия и бетона, $t_{pb}$ , $^\circ\text{C}$	Функция ошибок Гаусса, $\text{erf } X_b$	Время прогрева защитного слоя до критической температуры, $\tau_b$ , ч
700	0,294	2,79
800	0,356	1,56
900	0,454	1,04
1000	0,51	0,91

Таким образом, показано, что применение в высотных зданиях железобетонных плит перекрытия с уменьшенным защитным слоем бетона до 1 см и покрытием огнезащитным материалом 2 см с одной стороны позволяет снизить вес конструкций, а с другой – повышает предел огнестойкости до 180 минут и более. К сказанному следует добавить, что приведенные данные являются приближенными и нуждаются в экспериментальной проверке.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Огнезащита строительных конструкций / В.Л.Страхов, А.М.Крутов, Н.Ф.Давыдкин; под ред. Ю.А. Кошмарова. – М.: Информационно-издательский центр «ТИМР», 2000. – 433 с.

2. Шевчук, И.А. Пожарная безопасность высотных комплексов / И.А.Шевчук, С.Н.Никонов // Высотные здания. – 2007. – № 1. – С. 104-107.
3. Яковлев, А.И. Расчет огнестойкости строительных конструкций / А.И.Яковлев. – М.: Стройиздат, 1988. – 143 с.

*Т. М. Войтович, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНГІБІТОРІВ НА ЗНИЖЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ АКТИВНОСТІ РОБОЧИХ РОЗЧИНІВ ПІНОУТВОРЮВАЧІВ

В пожежній безпеці важливим питанням є ефективне використання автоматичних систем та первинних засобів пожежогасіння. При цьому необхідно збільшити термін їх експлуатації. Детальніше ми б хотіли розглянути саме системи і засоби на основі піноутворювача (далі ПУ).

Термін експлуатації ПУ напряму залежить від способу його зберігання. У більшості випадків на підприємствах ПУ зберігають у вигляді робочих розчинів в ємностях з металевих матеріалів. У такому випадку, знижується вогнегасна ефективність розчину і значно погіршуються його властивості, що пов'язане з явищем корозії.

Дану проблему можна вирішують різними способами. Для запобігання корозії внутрішню поверхню корпусу повітряно-пінних вогнегасників захищають полімерним або епоксидним покриттям. Також корпус вогнегасника може бути виготовлений з нержавіючої сталі або ПУ знаходиться в концентрованому вигляді в окремій ємності і змішується з водою тільки в момент застосування вогнегасника. У конструкції запірнопускових пристроїв також можуть застосовуватись матеріали, стійкі до корозії.

Такі заходи мають, звичайно ж, ряд недоліків. Покривання вогнегасника з середини захисним покриттям запобігає корозії, але при умові, що воно є якісним, з часом не відшарується, а також воно залишиться цілісним після падіння, ударів тощо. Найбільшою проблемою є те, що перевірити стан покриття всередині вогнегасника, залишивши його в робочому стані, ми не можемо.

Використання нержавіючої сталі при виготовленні корпусу вогнегасника є більш надійним способом захисту від корозії, але й відповідно значно дорожчим.

Для вирішення згаданої проблематики ми пропонуємо додавати до робочих розчинів піноутворювача інгібітори корозії. Даний спосіб не є новим і уже досліджувався такими науковцями, як Кісіль Т.Є., Ковалишин В.В., Боровиков В.О., Антонов А.В., Білошицький М.В., які описували застосування карбаміду та гідрофосфіту амонію у роботах [2,3]. Також у цьому напрямі працював білоруський науковець Навроцький О.Д., який описав у якій вивчено вплив інгібіторів корозії діамонійфосфату (далі – ДАФ), динатрійфосфату (далі – ДНФ), а також карбаміду і їх композицій на корозійну активність піноутворювачів у роботі [4] та інші.

У нашій майбутній роботі ми пропонуємо застосувати інгібітори алкілімідозолін і алкілімідозолін М, які при змішуванні з робочими розчинами піноутворювачів повинні зменшити їхню корозійну активність. Після чого визначити їхній вплив на піноутворюючу здатність, а також вогнегасну ефективність ПУ.

Алкілімідозоліни представляють собою похідні 4,5-дигідро-1,3-діазолу (або 4,5-дигідроімідазолу), який є найважливішим представником цього класу азотистих гетероциклічних сполук [1]. Завдяки вмісту третинного азоту дана речовина набуває хороших інгібуючих властивостей.

Корозійну активність робочих розчинів піноутворювачів ми будемо визначати гравіметричним методом, який полягає у визначенні втрати маси металевих пластин марки «Ст3», які занурені в досліджуване середовище на 30 днів.

Швидкість корозії,  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  розраховується за формулою

$$v_k = \frac{m_1 - m_2}{S \cdot \tau}, \quad (1)$$

де  $m_1$  – маса пластини до експозиції у досліджуваній вогнегасній речовині, кг;

$m_2$  – маса пластини після експозиції у досліджуваній вогнегасній речовині, кг;

S – площа поверхні пластини, яка контактувала з досліджуваною вогнегасною речовиною,  $\text{м}^2$ ;

$\tau$  – тривалість експозиції пластин у досліджуваній вогнегасній речовині, с.

Також ми проводимо випробування згідно документу [5], протягом яких досліджувані розчини зі зразками витримуємо протягом восьми температурних циклів, що складаються з чотирьох стадій:

1.  $t_{\min} - 24 \pm 1$  год (де  $t_{\min}$  – мінімальна температура експлуатації);
2.  $20^\circ\text{C}$  – не менше 24 год.;
3.  $60^\circ\text{C} - 24 \pm 1$  год.;
4.  $20^\circ\text{C}$  – не менше 24 год.

У разі отримання позитивних результатів буде досліджено залежність корозійної ефективності і вогнегасної ефективності робочих розчинів піноутворювачів, а також їх піноутворюючої здатності.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Зниження корозійної активності робочих розчинів піноутворювачів / Кісіль Т. Є., Ковалишин В. В., Боровиков В. О., Антонов А. В. // Пожежна безпека: Зб. наук. пр. – Львів: ЛППБ, 2004. – № 4. – С. 49-56.

2. Застосування карбаміду та гідрофосфіту амонію з метою покращення показників якості зарядів повітряно-пінних вогнегасників і установок пінного пожежогасіння / Кісіль Т. Є., Боровиков В. О., Білошицький М. В., Ковалишин В. В., Антонов А. В. // Науковий вісник. – К., УкрНДДПБ. – 2004. – № 9. – С. 79-91.
3. Исследование коррозионной активности пенообразующих составов для тушения пожаров / О.Д. Навроцкий, канд. хим. наук, Ю.В. Заневская, В.К. Емельянов, Т.С. Василькович. // Науковий вісник УкрНДДПБ. – 2010. – С. 153–159.
4. Справочник/под ред. А. А. Абрамзона и Е. Д. Щукина. –Л.: Химия, 1984. – 68 с.
5. ДСТУ 3675-98. Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань.

*А. В. Волосач, старший преподаватель филиала «Институт переподготовки и повышения квалификации»  
Университета гражданской защиты МЧС Республики Беларусь*

## **ВИЗУАЛЬНО НАБЛЮДАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА, ПОДВЕРГНУТОГО ТЕРМИЧЕСКОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ**

Реконструкция допожарной и пожарной обстановки сопряжена с существенными трудностями из-за изменений, внесенных в нее за счет горения, потери механической прочности конструкций, механического и химического воздействия струй воды или других огнетушащих веществ, вскрытия конструкций и перемещения предметов пожарными и другими лицами, проводящими работы по спасанию людей и ликвидации пожара [1]. Обнаружение очага пожара также является одной из главных задач, решаемых при осмотре места пожара. Решается она на основе информации, получаемой путем изучения термических поражений конструкций и предметов и выявления, так называемых, очаговых признаков [2].

В литературе, в основном, отражены изменения таких материалов как: металлические, железобетонные и изготовленные из древесины конструкции. Закономерности же изменения свойств иных, в том числе новых материалов при различной температуре, которые могут восстановить картину пожара, указать на область наибольших температур, и тем самым выявить очаг пожара, недостаточно освещены в методических материалах, посвященных расследованию пожаров.

Ячеистый газобетон – один из наиболее распространенных материалов в строительстве, который широко применяется в настоящее время в ограждающих и несущих конструкциях зданий. Экологичность, дешевизна, низкая плотность и теплопроводность в сочетании с достаточной прочностью и легкостью в обработке обеспечили данному строительному материалу повсеместное применение [3].

В данной работе отражены изменения, которые можно визуально наблюдать на изделиях из ячеистого газобетона, того материала, который начинает все более интенсивно использоваться в строительстве в Беларуси, особенно в строительстве малоэтажных зданий в частном секторе.

Методика проведения испытаний. Для исследований было подготовлено 20 образцов призм из ячеистого газобетона марки по средней плотности D500 согласно [4] с усредненными размерами 100x100x120 мм. Размеры образцов были обусловлены ограничениями оборудования - внутреннего пространства муфельной печи SNOI-8,2/1100 с цифровым терморегулятором.

Все образцы были изготовлены в ноябре 2016 года и кондиционировались при нормальных условиях полтора месяца при температуре  $20 \pm 5$  °C и относительной влажности  $50 \pm 10$  %.

Для проведения исследования (термического воздействия) были отобраны образцы, не имеющие видимых повреждений и однородные по структуре.

Так как в [5] указано, что «на блоках не допускаются трещины, пересекающие более двух граней, несквозные трещины более чем по четырем граням, а также линзообразные и параллельные отдельные расслоения по высоте блока».

План проведения исследований предусматривал 10 серий испытаний (по 2 образца в каждой) и включал нагревание образцов от 100 °C до 1000 °C (с шагом в 100 °C).

В холодную муфельную печь, имеющую температуру окружающей среды, помещали пару исследуемых образцов и подымали температуру до заданной. Время предварительного нагрева, до выхода на температуру испытания, для каждого образца выдерживали в соответствии со стандартной температурной кривой пожара, согласно [6].

При температуре испытания образцы выдерживали 10 минут и извлекали. Охлаждение газосиликатных блоков проводили, без дополнительного обдува в температурных условиях помещения лаборатории.

Изменения внешнего вида поверхности и появившихся повреждений образцов ячеистого газобетона после температурных воздействий и охлаждения фиксировали визуально с использованием микроскопа МЕТАМ ЛВ - 32 с увеличением 100 единиц (рисунок 1).

Из представленных фотографий видно, что изменения поверхности ячеистых бетонов, подвергшихся термическому воздействию, наблюдаем и при стократном увеличении, а именно при температуре воздействия

до 400 °С (рисунок 1) отдельных трещин не наблюдается. Начиная с температуры 500 °С четко видны линии трещин, их размер равен примерно 0,3 условных единицы нанесенной сетки (у.е.н.с.), а длина более 10 у.е.н.с., у образцов выдержанных при температуре 800 °С толщина трещин достигает 0,5 у.е.н.с., у образцов обработанных при 1000 °С толщина трещин превышает 3 у.е.н.с. При этом величина пористости поверхности не влияет на появление трещин и не мешает выявлению их появления и роста.

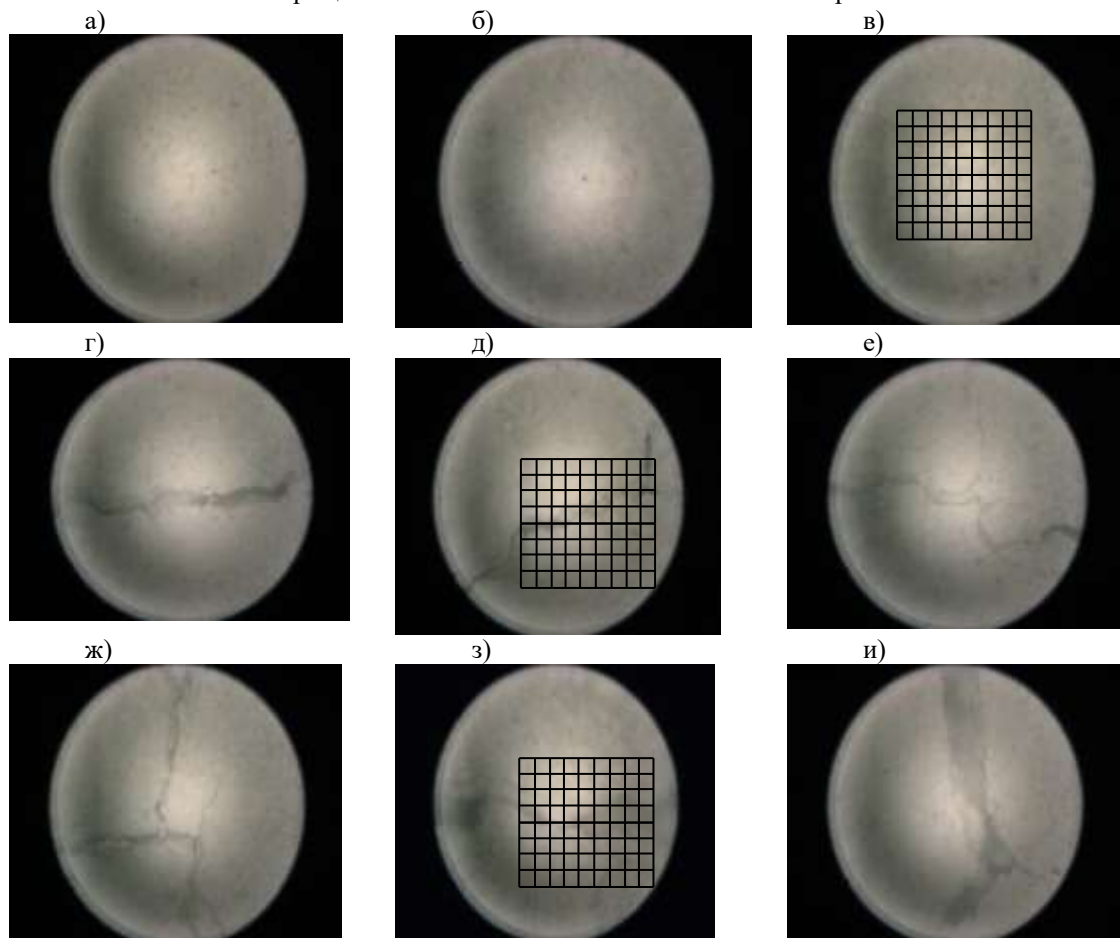


Рисунок 1 – Фотоснимки изменения структуры образцов ячеистого газобетона после температурных воздействиях зафиксированные на микроскопе МЕТАМ ЛВ - 32: а – 100°С; б – 200°С; в – 300°С; г – 400°С; д – 500°С; е – 600°С; ж – 700°С; з – 800°С; и – 900°С; к – 1000°С.

При проведении исследования было установлено, что микротрещины в образцах из газобетона начинают образовываться при 400 °С. При температуре 500 °С трещины увеличиваются настолько, что становятся видны невооруженным глазом (ширина трещин не менее 0,1 мм.). При температуре 600 – 800 °С - хорошо видимая сплошная сетка незначительных трещин, ширина раскрытия трещин достигает 0,5-1,0 мм. Температура 900 – 1000 °С вызывает появление сплошных глубоких трещин, с эффектом поверхности глинистой земли потрескавшейся от жары. В связи с этим, визуальный осмотр поверхности газосиликатного бетона дает достаточную информацию о величине температурного воздействия на данную конструкцию. Можно четко выявить места где температура воздействия превышала 400 С, и где достигала величин 1000 С.

Отмеченная выше зависимость интенсивности трещинообразования и ширины раскрытия трещин от температуры нагрева позволяет оценивать примерную температуру нагрева конструкций в тех или иных зонах места пожара. Конечно, речь может идти об очень приблизительной, ориентировочной оценке, т.к. ширина раскрытия трещин зависит от множества факторов, в том числе скорости нагрева и охлаждения при тушении.

Естественно, гораздо результативнее определять степень теплового поражения и температуру нагрева газобетонов не по визуальным данным, а по итогам обследования при помощи специального оборудования и приборов, однако при их отсутствии нельзя пренебрегать визуальной оценкой воздействующих температур на ячеистые бетоны во время проведения осмотра места пожара с целью выявления очага пожара.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чешко, И.Л. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования) /И.Л. Чешко. – СПб. : СПБИБП МВД РФ, 1997. – 400с.
2. Таубкин, С.И. Пожар и взрыв, особенности их экспертизы / С.И. Таубкин. – М. : ВНИИПО, 1999. – 600с.



3.Кудряшов В.А., Нгуен Т.К. Огнестойкость строительных конструкций из автоклавных аэрированных ячеистобетонных камней // Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций: сборник материалов междунар. конф. молодых ученых, Минск, 28 ноября 2013 г. / Минск. НИИ ПБиЧС МЧС РБ; редкол.: Ю.С. Иванов [и др.]. – Минск, 2013. – С. 104-105.

4.Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия : ГОСТ 31359-2007. – Введ. 1.01.2009. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2009. – 9 с.

5.Блоки из ячеистых бетонов стеновые. Технические условия : СТБ 1117-98. – Введ. 01.04.1999. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1999. – 68 с.

6.Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования : ГОСТ 30247.0-94. – Введ. 01.10.1998. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1998. – 12 с.

*О. В. Добростан, к. т. н., Т. В. Самченко, Ю. В. Долішній, К. О. Некрутенко, УкрНДІЦЗ*

## **ЩОДО РОЗРОБЛЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОГО СТАНДАРТУ НА ЗАМІНУ ГОСТ 12.1.044-89**

Пожежовибухонебезпека речовин та матеріалів – це сукупність властивостей, які характеризують їх схильність до виникнення й поширення горіння, особливості горіння і здатності піддаватись гасінню. Для того щоб оцінити пожежну небезпеку того чи іншого об'єкту, будівлі чи приміщення, необхідно знати, які речовини знаходяться на об'єкті, які вони мають пожежовибухонебезпечні властивості, тобто необхідно знати систему оцінки їх небезпеки. Номенклатура показників пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів та методи їх визначення, встановлені в ГОСТ 12.1.044-89 [1].

Цей стандарт передбачає двадцять один метод випробувань з визначення показників пожежовибухонебезпеки речовин та матеріалів. Результати випробувань за цими методами використовують як вихідні дані для розробки заходів по забезпеченню пожежної безпеки об'єктів відповідно до вимог ГОСТ 12.1.004-91 [2], пожежно-технічної класифікації згідно з ДБН В.1.1-7-2002 [3], класифікації матеріалів, що застосовуються у внутрішньому облаштуванні пасажирських вагонів, трамвайних вагонів, тролейбусів та автобусів згідно з ДСТУ 4049-2001 [4], ЦУО-0039 [5], ДСТУ 4799:2007 [6], ДСТУ 4706:2006 [7], ДСТУ 7013:2009 [8], класифікації ізолюваних проводів та кабелів згідно з ДСТУ 4809:2007 [9], класифікації небезпечних вантажів за ГОСТ 19433-88 [10], пожежної безпеки конструктивних та об'ємно-планувальних рішень, обладнання будинків та приміщень інженерно-технічними засобами захисту від пожежі, визначення категорії приміщень і будівель за вибухопожежною безпекою тощо.

Відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 09.12.2014 № 695 «Щодо припинення дії на території України стандартів колишнього СРСР», наказом ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від 10.08.2016 № 233 з 01.01.2019 буде скасований стандарт ГОСТ 12.1.044-89 [1].

На період впровадження в Україні європейських стандартів, скасування ГОСТ 12.1.044-89 [1] призведе до унеможливлення оцінки відповідності речовин та матеріалів вимогам пожежної безпеки, які вказані у низці національних нормативних документів. Тому, одним із пріоритетних завдань є розроблення національного стандарту на заміну ГОСТ 12.1.044-89 [1], який необхідний для підтримки у перехідний період національної нормативної бази, вітчизняних виробників продукції, органів з оцінки відповідності та випробувальних лабораторій.

За період чинності ГОСТ 12.1.044-89 [1] в НДЦ «ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА» УкрНДІЦЗ та інших випробувальних лабораторіях накопилось ряд пропозицій щодо змін та доповнень до методів випробувань, зокрема до:

- методу експериментального визначення групи негорючих матеріалів;
- методу експериментального визначення групи важкогорючих та горючих твердих речовин і матеріалів;
- методу експериментального визначення температури займання та самозаймання твердих речовин і матеріалів;
- методу експериментального визначення коефіцієнта димоутворення твердих речовин і матеріалів;
- методу експериментального визначення індексу поширення полум'я;
- методу експериментального визначення токсичності продуктів горіння полімерних матеріалів.

Зміни в основному стосуються усунення неточностей та помилок чинної редакції стандарту, актуалізації засобів вимірювальної техніки та устаткування, уточнення процедур калібрування обладнання тощо.

У 2018 році УкрНДІЦЗ планує розпочати виконання науково-дослідної роботи, результатом виконання якої буде проект національного стандарту на заміну ГОСТ 12.1.044-89 [1]. До цієї роботи передбачається залучення фахівців у галузі стандартизації та проведення випробувань у сфері пожежної безпеки.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
2. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

3. ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
4. ДСТУ 4049-2001 Вагони пасажирські магістральні локомотивної тяги. Вимоги безпеки.
5. ЦУО-0039 Технічні вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки пасажирських вагонів.
6. ДСТУ 4799:2007 Вагони трамвайні пасажирські. Вимоги пожежної безпеки та методи контролювання.
7. ДСТУ 4706:2006 Тролейбуси. Вимоги пожежної безпеки та методи контролювання.
8. ДСТУ 7013:2009 Автобуси спеціалізовані для перевезення школярів. Технічні вимоги.
9. ДСТУ 4809:2007 Ізольовані проводи та кабелі. Вимоги пожежної безпеки та методи випробування.
10. ГОСТ 19433-88 Грузы опасные. Классификация и маркировка.

*В. А. Дуреев, к. т. н., доцент, НУГЗ України*

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ТЕПЛООВОГО ПОЖАРНОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ С ТЕРМИСТОРОМ

Современные системы пожарной сигнализации (СПС) содержат адресно-аналоговые пожарные извещатели (ИП), в документации к которым не всегда приведены их основные технические данные. Для исследования эффективности работы ИП необходима информация о динамических параметрах составляющих их элементов, в частности чувствительного элемента (ЧЭ).

Динамические параметры ИП можно определить, по его математической модели, которая должна учитывать материал, конструктивное оформление, а так же диапазон рабочих температур. Таким образом, существует проблема улучшения технических данных динамических параметров элементов СПС.

В [1, 2] представлены модели ЧЭ точечного теплового ИП с учетом конструктивных особенностей и условий развития пожара. Предложенные модели ЧЭ требуют точное математическое описание ЧЭ и дополнительные экспериментальные данные исследуемого ИП. В [3, 4, 5] представлены модели ЧЭ с термопарой, позистором и термистором, без учета конструктивных особенностей.

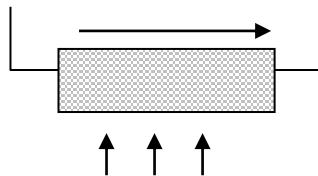
Согласно [6], зависимость сопротивления  $R_T$  термистора от температуры, имеет вид:

$$R_T = AT^b e^{B/T}; \quad (1)$$

где  $A, b, B$  – константы, зависящие от полупроводникового материала и конструктивного оформления термистора;  $T$  – текущая температура термистора, К.

Представленная в [5] модель ЧЭ с термистором, рассмотрена для  $b \ll 1$ , когда константа  $A$  соответствует сопротивлению термистора при бесконечно большой температуре.

Выполним математическое описание термистора, как чувствительного элемента пожарного извещателя в интервале рабочих температур, с учетом  $b$ . Расчетная схема ЧЭ с термистором представлена на рис.1.



**Рисунок 1 – Расчетная схема чувствительного элемента с термистором**

Для этого, в уравнении (1) приравняем дифференциалы левой и правой части:

$$\frac{dR_T}{dT} = AbT^{b-1} e^{B/T} - \frac{ABT^b}{T^2} e^{B/T} = R_T T^{b-1} (b + \beta T). \quad (2)$$

Выполним замену:

$$R_t = Ae^{B/T}; \quad \beta = -\frac{B}{T^2}, \quad (3)$$

где  $R_t$  – сопротивление термистора при номинальной температуре, Ом;  $\beta$  – температурный коэффициент.

Математическую модель термистора, как динамического звена, получим из уравнения для нестационарного теплообмена при критерии  $Bio < 0,1$ , что соответствует равномерному распределению температуры внутри ЧЭ. Тогда, количество тепла переданное и поглощенное термистором:

$$C \cdot m \cdot d \frac{dT}{d\tau} + \alpha F dT = \alpha F dT_B, \quad (4)$$

где  $C$  – теплоемкость материала термистора, Дж·кг<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup>;  $m$  – масса термистора, кг;  $T$  – температура термистора, К;  $\tau$  – время, с;  $\alpha$  – коэффициент конвективного теплообмена, Вт·м<sup>-2</sup>·К<sup>-1</sup>;  $F$  – площадь поверхности термистора, м<sup>2</sup>;  $T_B$  – температура окружающего воздуха, К.

Подставим (2), (3) в (4), получим:

$$\frac{C \cdot m}{R_T^{b-1}(b + \beta T)} \cdot d \frac{dR_T}{d\tau} + \frac{\alpha \cdot F}{R_T^{b-1}(b + \beta T)} \cdot dR_T = \alpha \cdot F \cdot dT_B. \quad (5)$$

Выполним линеаризацию уравнения (5) методом полного дифференциала. Уравнение динамики термистора в относительных переменных примет вид:

$$T_T \dot{\bar{r}}_T + \bar{r}_T = K_T \bar{t}_B; \quad (6)$$

$$T_T = \frac{C \cdot m}{\alpha \cdot F}; \quad K_T = R_T T^{b-1}(b + \beta T) \frac{T_{B0}}{R_{T0}}, \quad (7)$$

где  $T_T$  – постоянная времени термистора, с;  $K_T$  – коэффициент усиления термистора;  $\bar{r}_T$ ,  $\bar{t}_B$  – относительные переменные.

Из уравнения (7) следует, что для уменьшения инерционности чувствительного элемента извещателя, необходимо уменьшать массу термистора и увеличивать его площадь. Кроме того, для снижения  $T_T$ , на чувствительном элементе может быть размещен пластинчатый радиатор.

Для экспериментального определения величины постоянной времени извещателя, необходимо выполнить два сертификационных испытания [7]: определить статическую и динамическую температуры срабатывания.

Тогда:

$$T_{ин} = \frac{T_{дин} - T_{ст}}{dT/d\tau}, \quad (8)$$

где  $T_{ин}$  – постоянная времени извещателя, с;  $T_{ст}$  – статическая температура срабатывания ИП, °С;  $T_{дин}$  – динамическая температура срабатывания ИП, °С;  $dT/d\tau$  – скорость повышения температуры, °С·с<sup>-1</sup>.

**Выводы:** Выполнено математическое описание чувствительного элемента максимального пожарного извещателя с термистором. Получены уравнения динамики, приведены зависимости для определения динамических параметров чувствительного элемента.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.А. Модель теплового пожарного извещателя и оценка времени его срабатывания/ Ю.А. Абрамов, Ю.Ю. Переста// Проблемы пожарной безопасности. – Х.: ХИПБ. – 1997. – С.53 – 57.
2. Гвоздь В.М. Терморезисторные тепловые пожарные извещатели с улучшенными характеристиками и методы их температурных испытаний. Дисс. канд. техн. наук: 21.06.02 – Черкассы. – 2005. –181с.
3. Литвяк А.Н. Математическое описание термопары теплового пожарного извещателя /А.Н. Литвяк, В.А. Дуреев // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: УЦЗУ. – 2007. № 22 – С. 120–122.
4. Дуреев В.А. Математическое описание чувствительного элемента максимального теплового пожарного извещателя с терморезистором / В.А. Дуреев, А.Н. Литвяк // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ. – 2012. № 32 – С. 74–77. Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol32/dureev.pdf>
5. Дуреев В.А. Математическое описание чувствительного элемента теплового пожарного извещателя с термистором // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ. – 2016. Выпуск 39 – С. 100–102. Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol39/Dureev.pdf>
6. Шашков А.Г. Динамические свойства цепей с термисторами/ А.Г. Шашков, А.С. Касперович// –М.–Л.:Госэнергоиздат.–1961.–208с.
7. Комар С.В. Визначення постійної часу точкового теплового пожежного сповіщувача за даними сертифікаційних випробувань / С.В. Комар, О.М. Литвяк, В.О. Дуреев // Зб. наукових праць. –Х.: УкрДАЗТ. – 2008. Выпуск 97 – С. 120–123.

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЮДЕЙ В ГОРЯЩЕМ ПОМЕЩЕНИИ

На основе выполненного анализа существующих методов борьбы с дымом, особенностей численного и экспериментального моделирования процесса развития пожара, образования и распространения дыма в помещении, ставится задача определения концентраций макрочастиц и опасных для жизни компонентов газовой фазы. При формулировке задачи учитывались, в первую очередь, практические потребности работников оперативно-спасательной службы в точной и своевременной информации о влиянии дыма на состояние людей.

Цель работы - расчет времени нарастания концентрации токсичных газов в объёме помещения на определённой высоте для оценки состояния людей в горящем помещении к моменту прибытия подразделений оперативно-спасательной службы.

Основными опасными факторами пожара, приводящими к гибели людей, являются:

- открытый огонь;
- повышенная температура воздуха;
- токсичные продукты горения;
- понижение концентрации кислорода;
- обрушение повреждённых зданий и сооружений;
- взрывы веществ и материалов;
- комбинированное воздействие различных факторов.

При пожарах в зданиях гибель людей из-за обрушения конструкций происходит редко, так как условия, представляющие опасность для жизни человека на пожаре, появляются намного раньше, чем наступает предел огнестойкости строительных конструкций. По данным американского учёного Кауфмана, человек может выдержать температуру 90–120 °С в течение нескольких минут. Автор работы [3] утверждает, что для физически здоровых людей в повседневной одежде допустимым пределом является период 10 минут при температуре 80–100 °С, а температура 49–54 °С является высшим пределом температур, которым могут подвергаться пожарные в специальной одежде и снаряжении.

Во время пожара в здании наибольшую опасность представляют токсичные газы – такие как окись углерода, двуокись углерода, хлористый водород, цианистый водород, альдегиды и акролеин, – а также сопутствующий недостаток кислорода.

Окись углерода (СО) – продукт неполного горения. Опасность этого газа заключается в том, что он в 250 раз прочнее соединяется с гемоглобином крови, чем кислород, образуя при этом карбоксигемоглобин. Нарушаются функции мозга, сердца, координация и появляются судороги, в дальнейшем наступает остановка дыхания (табл.1).

Отравление окисью углерода и недостаток кислорода являются причиной гибели около 80 % людей на пожарах. Установлено, что концентрация окиси углерода повышается при увеличении пожарной нагрузки. На 37 % пожаров она достигает 0,48 %. Опасной для человека считается степень насыщения окисью углерода 50 % гемоглобина крови, при ней наблюдается потеря сознания, и самостоятельная эвакуация человека из горящего помещения становится невозможной.

**Табл. 1. Воздействие окиси углерода на человека в зависимости от концентрации и продолжительности действия**

Концентрация СО, %	Продолжительность воздействия, мин	Содержание карбоксигемоглобина в крови, %	Эффект
0,005	480	10	Нет эффекта
0,01	480	20	Слабый эффект
0,02	120	60-70	Летальный исход
0,08	60-120		
0,10	60	40	Сильное отравление
0,16	30	60-70	Летальный исход
0,50	20		
1,0	10	80	

В условиях пожара нарастает недостаток кислорода в горящем помещении. Нахождение человека в среде с низкой концентрацией кислорода приводит к недостаточному снабжению кислородом головного мозга, его повреждению.

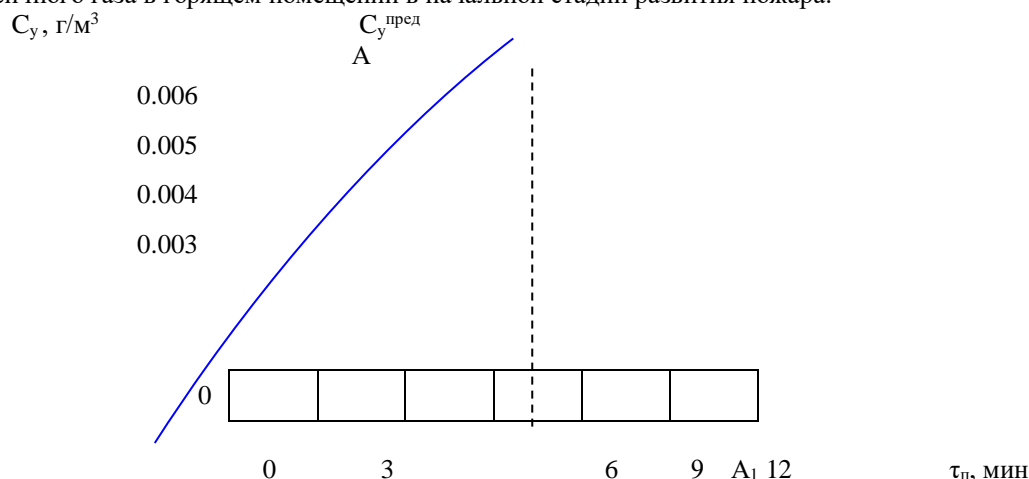
**Табл. 2. Влияние понижения концентрации кислорода в воздухе на человека**

Концентрация кислорода, %	Реакция организма на гипоксию
17	Ухудшение двигательной функции, нарушение координации, внимания, мышления
15	Затруднение дыхания, головокружение и головная боль, потеря мускульного контроля
12	Учащение пульса и числа вдохов, утомляемость, бессилие, необратимые процессы в мозге
10	Рвота, паралич движения, состояние опьянения
6	Нарушение сознания, повреждение центральной нервной системы, судороги, потеря сознания

Для определения времени нарастания концентрации токсичных газов в объёме помещения на определённой высоте необходимо произвести следующие расчёты:

1. Площадь пожара в характерные моменты времени в горящем здании.
2. Поверхность теплообмена в помещении, где происходит горение.
3. Масса сгоревшей пожарной нагрузки на определённый момент времени развития пожара.
4. Параметр Ф, характеризующий теплообмен в горящем помещении.
5. Удельная теплоёмкость тепловыделения в горящем помещении.
6. Среднеобъёмная концентрация наиболее токсичного газа в горящем помещении на определённый момент времени.
7. Концентрация токсичного газа СО на уровне рабочей зоны спасателя
8. Значение безразмерного параметра у определяется по формуле.
9. Средняя температура в горящем помещении определяется по формуле.

Какой из токсичных газов наиболее опасен при пожаре в данном помещении, зависит от вида пожарной нагрузки. Поэтому целесообразно провести расчёты по двум или трём токсичным газам, которые могут выделяться в горящем помещении. По результатам этих расчётов необходимо построить графики изменения концентрации токсичного газа в горящем помещении в начальной стадии развития пожара.



**Рис. Изменение концентрации окиси углерода (СО) в горящем помещении:  
*A-A<sub>1</sub>* – момент наступления смертельной концентрации окиси углерода в помещении;  
*C<sub>y</sub><sup>пред</sup>* – предельная концентрация токсичного газа на уровне рабочей зоны спасателя.**

Из графика можно определить момент наступления опасной концентрации токсичного газа, когда надо обязательно защищать органы дыхания спасателей при тушении пожара в данном помещении.

Приведённый расчёт изменения концентрации токсичных газов во времени является одним из этапов анализа тушения пожара и даёт возможность оценить состояние людей в горящем помещении к моменту прибытия подразделений ДСЧС.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Елизаров А.В. Учет химического состава горючего вещества при расчете распространения продуктов горения при пожаре в помещении [Текст] / А.В.Елизаров // Проблемы пожарной безопасности: Сб. научн. тр. Вып. 38. - Харьков: НУГЗУ, 2015 - С. 69-72.
2. Елизаров А.В. Оперативный способ определения степени опасности дыма и токсичных продуктов горения для жизни людей при пожаре в помещении большого объема [Текст] / А.В.Елизаров // Проблемы пожарной безопасности: Сб. научн. тр. Вып.3. – Харьков: ХИПБ,1998. – С. 65-68.

## ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС РОЗРАХУНКУ ЕМС РЕЗ У РАЙОНІ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ

Бурхливий розвиток засобів радіозв'язку, широке впровадження нових технологій передачі інформації призводить до проблем сумісного використання радіоелектронними засобами (РЕЗ) радіочастотного спектру, в тому числі під час ліквідації надзвичайних ситуацій (НС). Можливе зосередження в одному районі великої кількості РЕЗ, що використовуються як системою управління ДСНС України, так і іншими користувачами радіочастотного ресурсу, призводять до зростання загрози виникнення неавтоматизованих радіозавад, зривів передачі невідкладної інформації по радіоканалах зв'язку та управління, утруднень і навіть зривів управління підрозділами ліквідаторів.

Рішення даної проблеми вимагає комплексного підходу до питання оцінки стану і забезпечення електромагнітної сумісності (ЕМС) РЕЗ, зосереджених у районі ліквідації НС. Ручні розрахунки рівнів завад та пов'язаних параметрів є неефективними через велику складність і об'єми. Автоматизація цього процесу може дозволити збільшити ефективність виявлення потенційно несумісних РЕЗ, заходів щодо частотного та територіального рознесення РЕЗ, підвищити ефективності інформаційного забезпечення радіочастотного моніторингу ДСНС України. Метою розробки програмного комплексу інформаційно-розрахункової системи (ІРС) забезпечення ЕМС "Сумісність РЕЗ" є усунення причин порушення стану засобів радіозв'язку району НС, приведення РЕЗ у стан ЕМС шляхом підбору відповідного обладнання, параметрів експлуатації та ряд пов'язаних задач. В роботі [1] здійснено загально теоретичний аналіз методів забезпечення ЕМС РЕЗ, способів контролю ефективності відповідної системи. У [2] проведено дослідження доцільних методів та математичного забезпечення задачі пошуку та виявлення потенційно несумісних РЕЗ району НС.

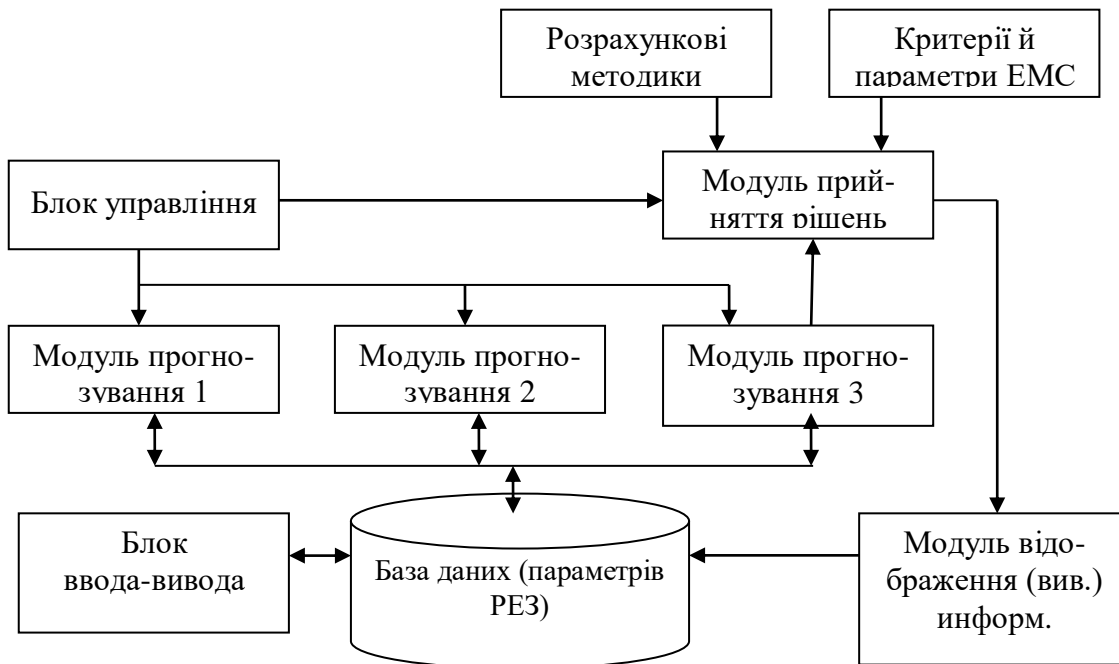


Рис. 1. Структура ІРС "Сумісність РЕЗ"

Прийняття обґрунтованих рішень про причини порушення стану ЕМС та ефективні шляхи їх усунення вимагає врахування низки умов, проведення великої кількості розрахунків. Для автоматизації цього процесу доцільно використовувати програмний комплекс, при розробці якого авторами підібрано основні процедури, необхідні для аналізу та забезпечення ЕМС РЕЗ району, здійснено вибір основних елементів розрахункової системи, як то (рис.1):

- бази даних параметрів РЕЗ, що належать підрозділам, та параметрів інших РЕЗ, що функціонують у відповідному регіоні НС;
- модулі прогнозування можливих комбінацій негативної взаємодії джерел і приймачів (рецепторів) перешкод, та прогнозування ситуацій проникнення перешкод у приймальний тракт потенційного рецептора;
- модулі прогнозування ситуацій виникнення перешкод від потенційних джерел внаслідок явищ інтермодуляції, блокування і перехресних спотворень та оцінки ступеня подавлення рецептора і наслідків перешкодового впливу (прийняття рішень).

ІРС дозволяє:

- задавати параметри угруповання РЕЗ з відображенням основних характеристик на плані місцевості району НС та панорамі частот (рис.2),
- проводити розрахунок умов ЕМС в автоматичному та напівавтоматичному режимі,
- здійснювати частотне або територіальне рознесення виявлених несумісних РЕЗ у ручному режимі,
- проводити візуальний аналіз особливостей місцевості і локального угруповання у районі розташування РЕЗ, особливостей рельєфу траси розповсюдження радіохвиль між двома обраними крапками та інше.

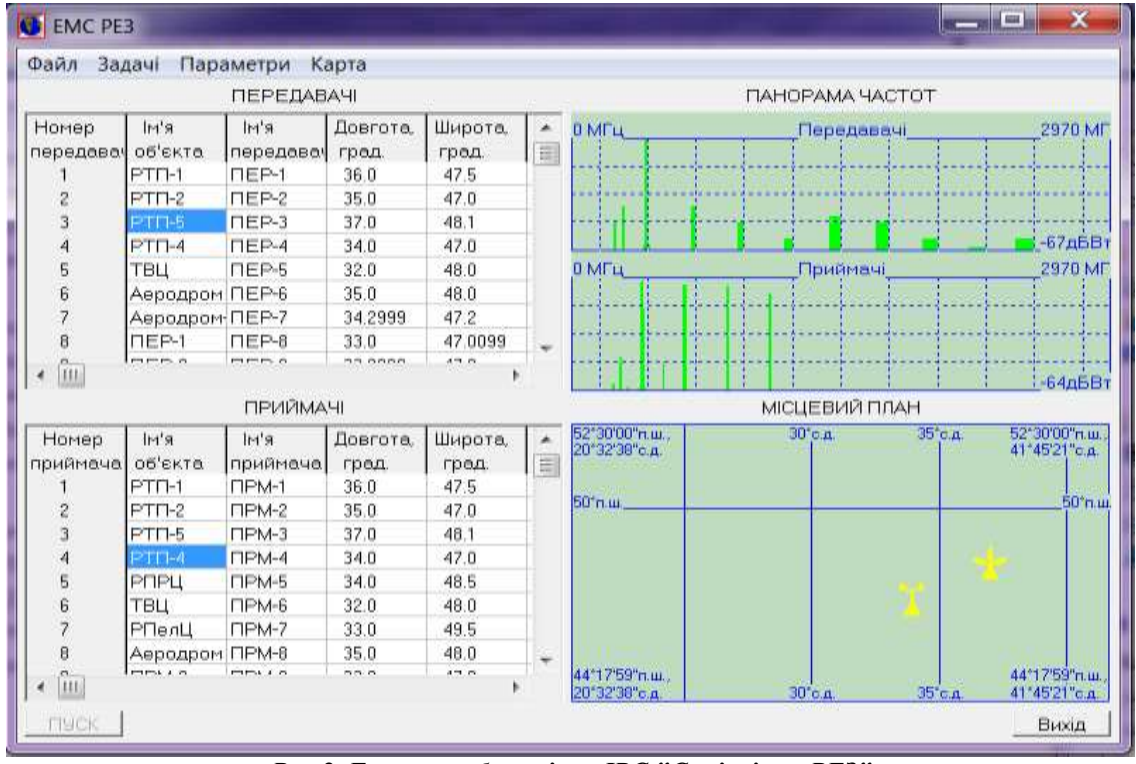


Рис.2. Головне робоче вікно ІРС "Сумісність РЕЗ"

Такі операції звичайно дозволяють вирішити задачу пошуку потенційно несумісних РЕЗ та приведення угруповання РЕЗ району НС у стан ЕМС.

ІРС враховує низку рекомендацій Міжнародного союзу електрозв'язку, методики розрахунку втрат розповсюдження радіохвиль у вільному просторі та у зоні тропосферного розповсюдження. Оцінка ЕМС здійснюється за енергетичним, часовим і частотним критеріями сумісності РЕЗ. Особливістю електромагнітної обстановки району ліквідації надзвичайних ситуацій є можливість одночасного використання різноманітних РЕЗ різнорідними користувачами. При цьому локальна завантаженість окремих ділянок електромагнітного спектру може в рази перебільшувати завантаженість у звичайному режимі, що збільшує ймовірність виникнення перешкод у наслідок інтермодуляційних явищ та позасмугових випромінювань передавачів. Для врахування цих факторів у програмний алгоритм введено коефіцієнт частотної вибіркості приймача, який визначає частину потужності сигналу перешкоди у смузі пропускання приймача:

$$K_{чБ}(\Delta f) = 10 \cdot \log_{10} \frac{\int_0^{\infty} P(f) df}{\int_0^{\infty} P(f) \cdot |H(f + \Delta f)|^2 df}, dB$$

- де  $P(f)$  - спектральна маска передавача,
- $H(f)$  - частотна характеристика приймача,
- $\Delta f$  - частотне розстроювання передавача та приймача.

Використання у ІРС карт місцевості дозволило проводити розрахунки параметрів ЕМС з урахуванням особливостей траси РРХ та рельєфу місцевості.

ІРС складається з апаратних та програмних засобів, які реалізують методу розрахунку критеріїв, прийняття рішень та відображення результатів аналізу щодо ЕМС РЕЗ району, алгоритми відображення та керування графічним інтерфейсом, роботи з базою даних РЕЗ та об'єктів, керування параметрами ІРС.

У випадку виявлення несумісних РЕЗ програма формує звіт, який дозволяє аналізувати причини порушення ЕМС і виробляти пропозиції щодо їх усунення.

Приведення угруповання РЕЗ у стан електромагнітної сумісності вимагає оперативного виявлення потенційно несумісних РЕЗ і визначення причин порушення стану їх ЕМС. Програмний комплекс ІРС "Сумісність РЕЗ" дає можливість виявити потенційно несумісні набори параметрів функціонування і взаємного розташування РЕЗ, змоделювати зміну стану ЕМС на випадок зміни їх вихідних параметрів. Наявність такої інформації дозволяє вчасно прийняти рішення по приведенню угруповання РЕЗ району НС у стан електромагнітної сумісності, забезпечити стійке управління силами ліквідаторів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Феоклистов Ю.А. Теория и методы электромагнитной совместимости радиоэлектронных систем. – М.: Радио и связь, 1986. - 216 с. [Электронный ресурс]  
Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/993313/>
2. ЕМС засобів зв'язку в умовах надзвичайних ситуацій. / Загора О.В., Фещенко А.Б., Селесенко Є.Є., Хрестіч В.В.// Підсумковий звіт про НДР "Розробка алгоритмів та програмного забезпечення розрахунку умов ЕМС засобів радіозв'язку в умовах НС". – Х.: НУЦЗУ, 2015, 112 с.

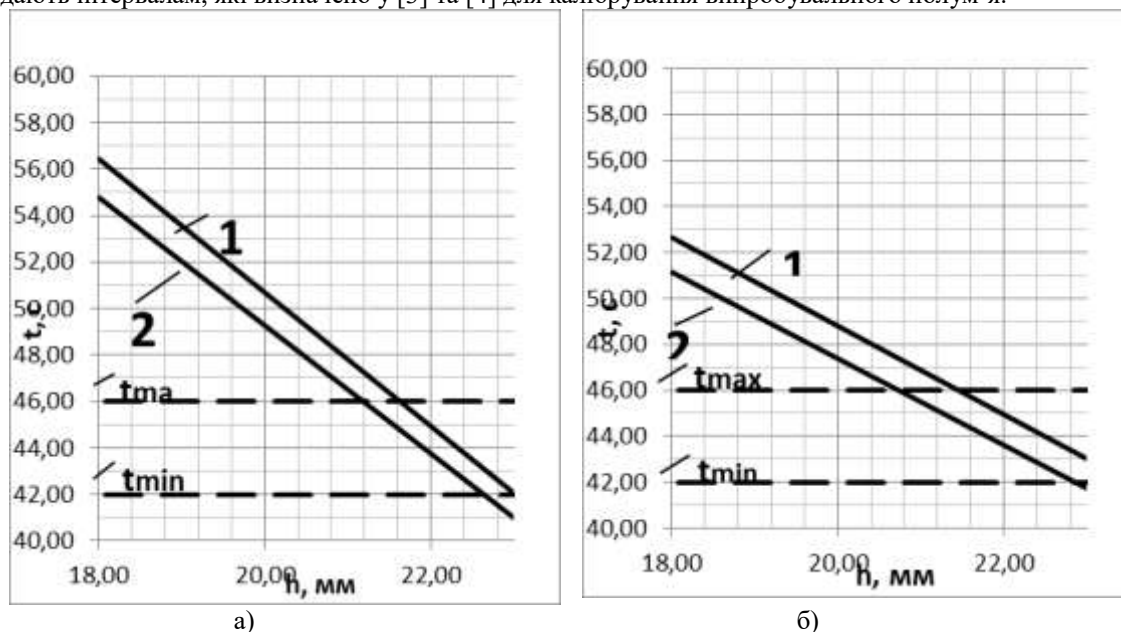
*П. О. Іллюченко, М. Д. Гордєєв, О. В. Зазимко, УкрНДІЦЗ*

#### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОЛУМЕНЕВИХ ДЖЕРЕЛ ЗАПАЛЮВАННЯ ПОТУЖНІСТЮ 50 ВТ ТА 500 ВТ

Полуменеві джерела запалювання попередньо змішаного типу потужністю 50 Вт та 500 Вт використовуються для визначення класів горючості ізоляційних матеріалів електротехнічних виробів згідно з [1] та [2]. В УкрНДІЦЗ в ході виконання науково-дослідної роботи "Джерела запалювання" виготовлено зазначені пальники відповідно до [3] та [4], а також калібрувальні мідні блоки, пристрої для вимірювання висоти полум'я та пристрої для забезпечення нормованих кутів нахилу пальників.

На створеному випробувальному устаткуванні проведено експериментальні дослідження, в ході яких визначали залежності часу підвищення температури мідних блоків в стандартизованих інтервалах від  $100 \pm 2$  °С до  $700 \pm 3$  °С, від висоти полум'я. Мідні блоки розташовували на нормованих відстанях від краю пальників згідно з [3] та [4]. Температуру мідних блоків вимірювали за допомогою термоелектричних перетворювачів типу ТХА та вимірювальної системи. Зазначені дослідження проведені для двох видів горючих газів: метану та пропан-бутану.

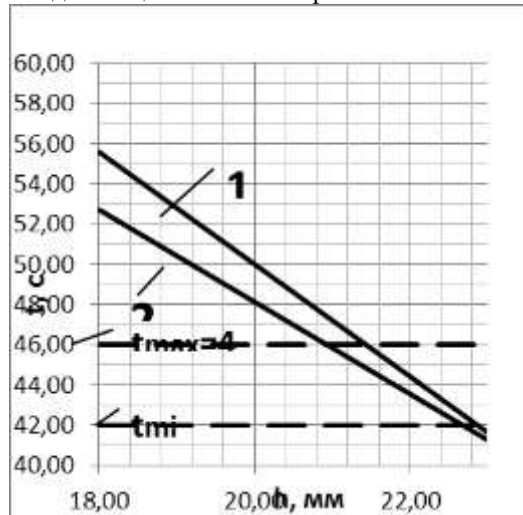
На рисунку 1 наведено залежності часу підвищення температури мідного блоку (в інтервалі від 98 °С до 703 °С та від 102 °С до 697 °С) від висоти полум'я пальника (в інтервалі від 18 мм до 23 мм), при використанні двох різних горючих газів для пальника потужністю 50 Вт. Зазначені інтервали температур відповідають інтервалам, які визначено у [3] та [4] для калібрування випробувального полум'я.



**Рисунок 1– Залежності часу підвищення температури мідного блоку в інтервалі від 98 °С до 703 °С (залежність 1) та від 102 °С до 697 °С (залежність 2) від висоти полум'я для пальника потужністю 50 Вт на газі метані (а) та на газі пропан-бутані (б)**



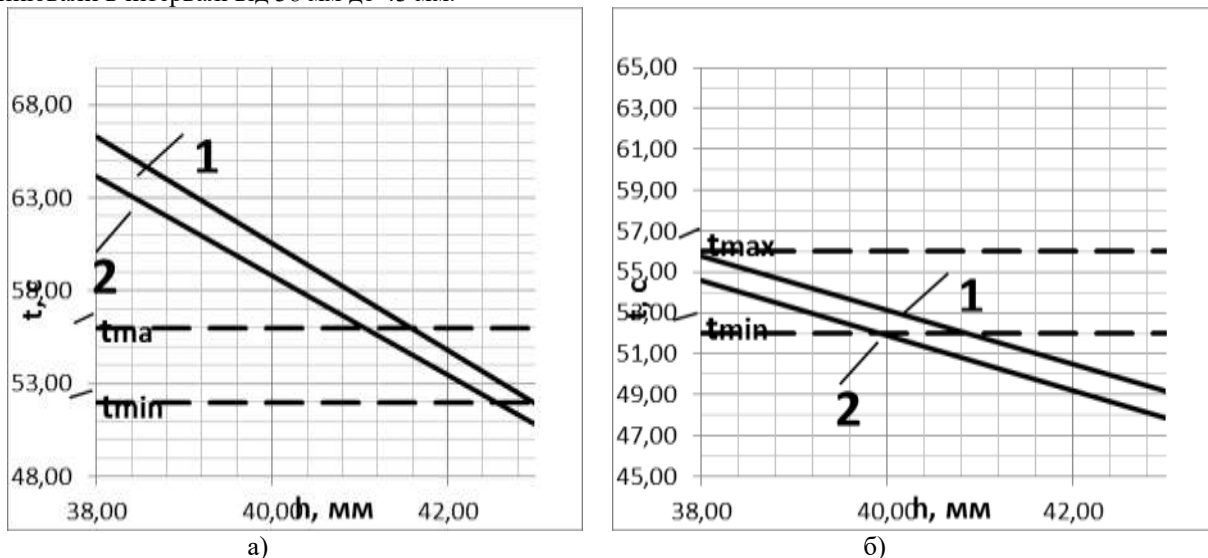
На рисунку 2 для цього ж пальника наведено залежності часу підвищення температури мідного блоку в інтервалі від 100 °C до 700 °C, отримані для вищезазначених горючих газів.



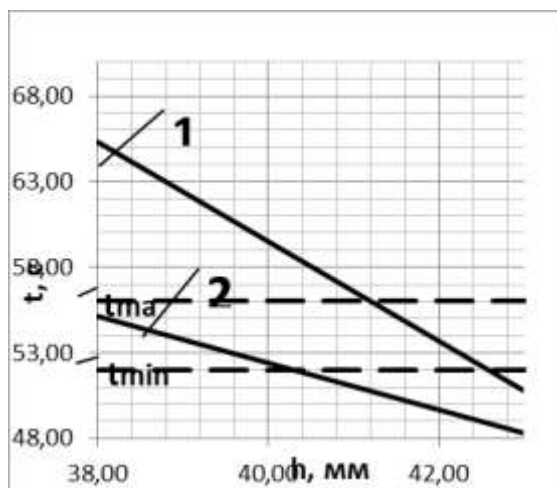
**Рисунок 2 – Залежності часу підвищення температури мідного блоку в інтервалі від 100 °C до 700 °C від висоти полум'я, отримані для пальника потужністю 50 Вт при застосуванні метану (залежність 1) та пропан-бутану (залежність 2)**

З аналізу наведених залежностей випливає, що для пальника потужністю 50 Вт забезпечуються параметри калібрування, які встановлено в стандартах, як під час застосування метану, так і пропан-бутану, при умові, що висота полум'я складає від 21,2 мм до 23,0 мм – для метану, та від 20,7 мм до 23,2 мм – для пропан-бутану. При інших досліджуваних висотах полум'я значення часу підвищення температури мідного блоку не відповідають наведеному у [4]. При цьому, значення часу підвищення температури мідного блоку, отримані із застосуванням метану, не суттєво (на 1,2 % – 3,6 %) перевищують значення, отримані при застосуванні пропан-бутану.

Аналогічні залежності отримані для пальника потужністю 500 Вт (рисунки 3, 4). Під час цих досліджень за висоту випробувального полум'я приймали висоту внутрішнього блакитного конусу полум'я, яку змінювали в інтервалі від 38 мм до 43 мм.



**Рисунок 3 – Залежності часу підвищення температури мідного блоку в інтервалі від 98 °C до 703 °C (залежність 1) та від 102 °C до 697 °C (залежність 2) від висоти полум'я для пальника потужністю 500 Вт на газі метані (а) та на газі пропан-бутані (б)**



**Рисунок 4 – Залежності часу підвищення температури мідного блоку в інтервалі від 100 °С до 700 °С від висоти полум'я, отримані для пальника 500 Вт при застосуванні метану (залежність 1) та пропан-бутану (залежність 2)**

З аналізу наведених залежностей випливає, що для пальника потужністю 500 Вт забезпечуються параметри калібрування, які встановлено в стандартах, як під час застосування метану, так і пропан-бутану, при умові, що висота полум'я складає від 41,0 мм до 43,0 мм – для метану, та від 37,7 мм до 40,8 мм – для пропан-бутану. При інших досліджуваних висотах полум'я значення часу підвищення температури мідного блоку не відповідають наведеним у [3]. При цьому, значення часу підвищення температури мідного блоку, отримані із застосуванням метану, суттєво (на 5,9 % – 15,4 %) менші від значень, отриманих при застосуванні пропан-бутану.

Виготовлене випробувальне устаткування дозволяє отримувати параметри випробувального полум'я відповідні тим, які встановлені в [3] та [4]. При цьому, інтенсивність нагрівання мідних блоків для калібрування, розташованих над пальниками, більша у разі застосування в якості горючого газу пропан-бутану, ніж при застосуванні метану. Найбільша різниця в інтенсивності нагрівання має місце при застосуванні пальника 500 Вт. До вищенаведеного слід зазначити, що аналогічні дослідження будуть також проведені із застосуванням газу пропану з чистотою не менше ніж 98 %.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ EN 60695-11-10:2014 Випробування на пожежну безпеку. Частина 11-10. Випробування полум'ям. Методи випробувань горизонтальним та вертикальним полум'ям 50 Вт (EN 60695-11-10:2013, IDT).
2. ДСТУ EN 60695-11-20:2016 Випробування на пожежну безпеку. Частина 11-20. Випробування полум'ям. Методи випробування полум'ям 500 Вт (EN 60695-11-20:2015, IDT).
3. ДСТУ EN 60695-11-3:2014 Випробування на пожежну безпеку. Частина 11-3. Випробування полум'ям. Полум'я 500 Вт. Апаратура та випробувальний метод підтвердження (EN 60695-11-3:2012, IDT).
4. ДСТУ EN 60695-11-4:2014 Випробування на пожежну безпеку. Частина 11-4. Випробування полум'ям. Полум'я 50 Вт. Апаратура та випробувальний метод підтвердження (EN 60695-11-4:2011, IDT).

*В. В. Кашанкова, Ю. С. Иванов, к. т. н., Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь*

#### АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ШЛЕМОВ

В рамках выполнения задания «Разработать и освоить в производстве перспективную модель шлема пожарного-спасателя» государственной научно-технической программы «Защита от чрезвычайных ситуаций–2020» был осуществлен аналитический обзор исследований, направленных на изучение защитных свойств средств защиты головы. Следует отметить, что изучению данного вопроса было посвящено немало научных работ ученых различных стран мира, в том числе работы Громова А.П. с соавторами (Пырлин Н.П., Потапов В.И. и др.) [1], Х.Е.Фон Гирке и Дж.В.Бринкли [2], R.W.Webster [3], а также работы D.P.Thomas [4], T.D.Proctor [5] и F.J.Rowland [6], A.A.Scalone, C.Orlando [7], Трубникова Е.Г. [8] и другие. В ходе изучения данных работ было установлено, что требования к механической прочности и амортизационной способности касок/шлемов обусловлены результатами теоретических и экспериментальных (биомеханических) исследований травмы головы. Огромную роль в формировании нормативных требований к уровню защиты от механических

повреждений промышленных и пожарных касок/шлемов на территории постсоветского пространства сыграли исследования Громова А.П. с соавторами [1]. Проведенные вышеуказанными авторами научные исследования позволили выделить 3 вида опасности при ударе предметом по голове: разрушение костей черепа, повреждение шейных позвонков и сотрясение головного мозга. Все 3 опасности рассмотрены в монографии [1], в которой автор приводит результаты исследований в данной области иностранных ученых в сравнении с данными, полученными им и его научным коллективом. При этом «лимитирующими факторами» [1] были определены: повреждение шейных позвонков и сотрясение головного мозга. В результате проведения биомеханических исследований установлены «критические нагрузки» для костей черепа (84,3 Дж), головного мозга (21,1 Дж) и позвоночника человека (4-8 кН).

В ходе анализа установлена зависимость уровня основных защитных свойств шлема/каска от материала, применяемого для изготовления корпуса шлема, а также от конструктивного исполнения корпуса и внутренней оснастки. Так, согласно заключениям Родина В.Е и Трумеля В.В [9, 10] рациональными являются конструкции, в которых «применению жесткого, неупругого материала неизменно сопутствует слабовыпуклая форма купольной части корпуса, и, наоборот, при использовании термопластичных материалов, обладающих большой эластичностью, купол корпуса должен быть крутым». В первом случае рациональным будет применение более эластичной внутренней оснастки (амортизатора), а во втором – жесткой, так как значительную часть нагрузки будет поглощать купол шлема.

Результаты аналитического обзора будут использованы при разработке современного отечественного шлема пожарного-спасателя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Громов, А.П. Биомеханика травмы (повреждения головы, позвоночника и грудной клетки): моног. / А.П. Громов. – Москва : Медицина, 1979. – 275 с.
2. Фон-Гирке, Х.Е. Ударные ускорения / Х.Е. Фон-Гирке, Дж.В. Бринкли // Основы космической биологии и медицины : совмест. сов.-амер. изд. в 3 т. / под общ. ред. О.Г. Газенко (СССР), М. Кальвин (США). – Москва, 1975. – Т. 2. – С. 232–264.
3. American National Standard safety requirements for industrial protective helmets for electrical workers, class B / Law.Resource [Electronic resource]. – 2008. Mode of access: <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/ansi.z89.2.1971.pdf>. – Date of access: 13.02.2017.
4. Thomas, D.P. A review of research relating to industrial helmet design / D.P. Thomas // J. Occup. Accid. – 1981. – № 3. – P. 258–272.
5. Proctor, T. Overview of research relating to industrial helmet design / T. Proctor // J. of Occupational Accidents. – 1982. – № 3. – P. 259–272.
6. Rowland, F.J. Research on safety helmets at the health and safety executive of the United Kingdom / F.J. Rowland // London, UK: Health and Safety Executive, Research and Laboratory Services Division.
7. Scalane, A. Development of Standards for Industrial and Firefighters' Head Protective Devices / A. Scalane, S. Oriondo // J. of National Institute for Occupational Safety and Health. Cincinnati. – 1977. – P. 16.
8. Трубников, Е. Г. Исследование и совершенствование средств индивидуальной защиты головы горнорабочего от травм . автореф. дис. ... канд. техн. наук : 03.03.01 / Е. Г. Трубников ; Ленингр. горный ин-т им. Г. В. Плеханова. – Ленинград, 1972. – 22 с.
9. Родин, В. Е. Научно-технические основы разработки средств индивидуальной защиты человека от основных видов производственного травматизма : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.26.01 / В. Е. Родин. – Екатеринбург., 1999. – 395 л.
10. Трумель, В. В. Совершенствование и разработка средств индивидуальной защиты головы для работников горной промышленности : дис. ... канд. техн. наук : 05.26.01 / В. В. Трумель. – Екатеринбург., 2002. – 126 л.

*Р. В. Климась, А. В. Одинець, Д. Я. Матвійчук,  
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту*

#### **ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВЕДЕННЯ СТАТИСТИЧНОГО ОБЛІКУ ПОЖЕЖ**

Ведення обліку пожеж у ДСНС України здійснюється відповідно до наказу МНС України [1], яким затверджено *Картку обліку пожежі, Інструкцію із заповнення та проходження картки обліку пожежі та Правила заповнення картки обліку пожежі*, на основі яких формується масив карток обліку пожеж із застосуванням програмного забезпечення, що дає можливість здійснювати формування масиву карток на районному рівні, їх коригування, автоматизовану передачу його до обласного рівня, перегляд карток бази за умовами, а також узагальнення та підготовку статистичних форм про пожежі та їх наслідки на загальнодержавному рівні.

Разом з тим, дослідження останніх років статистичних даних про пожежі та їх наслідки в Україні визначили ряд проблемних питань у порядку обліку пожеж, що обумовило потребу в його удосконаленні та

зміні методичних підходів до формування первинних даних. Зміни в законодавстві та набутий досвід за даним напрямом діяльності виявили необхідність актуалізації як існуючих керівних документів щодо обліку пожеж, так і програмних продуктів, якими користуються на практиці в підрозділах територіальних органів ДСНС України.

Сьогодні в Україні існує шість видів програмного забезпечення для ведення статистичного обліку пожеж та їх наслідків, з яких роботу чотирьох безпосередньо було вивчено у територіальних органах ДСНС України у Київській, Одеській, Миколаївській, Чернігівській областях та місті Києві. За результатами роботи було вивчено окремі аспекти практичного застосування кожного програмного забезпечення, проаналізовано їх переваги та недоліки.

Також, було опрацьовано зауваження до існуючих програмних продуктів, що надійшли від територіальних органів ДСНС України. Встановлено, що переважна їх більшість стосується режимів введення інформації до електронного масиву, формування звітів та створення і оформлення довільних запитів; є необхідність у збільшенні кількості символів у текстових полях картки; коригуванні умов контролю реквізитів вводу інформації; спрощенні системи генерації довільних запитів у вигляді таблиць; адаптації програмного забезпечення до сучасних версій операційних систем та обов'язковій централізованій технічній підтримці програмного забезпечення для статистичного обліку пожеж та їх наслідків.

Тож, з метою забезпечення технічної можливості проведення робіт по формуванню масиву карток обліку пожеж, по узагальненню та підготовці статистичних форм про пожежі та їх наслідки, з урахуванням змін до документів, що регламентують діяльність, пов'язану зі статистичним обліком пожеж та їх наслідків, необхідно розробити нове.

Для подальшого розроблення програмного забезпечення з урахуванням вивченого практичного досвіду роботи підрозділів територіальних органів ДСНС України щодо формування масивів карток обліку пожеж було підготовлено *Технічні вимоги на розроблення програмного забезпечення для ведення статистичного обліку пожеж у Державній службі України з надзвичайних ситуацій*" (далі – Технічні вимоги).

Технічні вимоги містять два розділи.

У розділі "Загальні відомості" викладено мету розробки програмного забезпечення, призначення, повну та скорочену назву, визначено його складові.

Розробка нового програмного забезпечення для статистичного обліку пожеж пов'язана з необхідністю внесення змін до документів, що регламентують діяльність щодо статистичного обліку пожеж та їх наслідків у ДСНС України. Головним призначенням програмного забезпечення є вдосконалення статистичного обліку пожеж в Україні шляхом автоматизації й оптимізації процесу формування масиву карток обліку пожеж у ДСНС України, їх обробки, узагальнення та підготовки статистичних форм про пожежі та їх наслідки на державному рівні, безпечне, сучасне збереження інформації. Складовими програмного забезпечення є база даних про пожежі та довідники.

У розділі "Вимоги до програмного забезпечення для ведення статистичного обліку пожеж" наведено загальні вимоги до програмного забезпечення та вимоги до його функціональних характеристик на регіональному та державному рівнях, визначено повноваження користувачів.

Під час підготовки Технічних вимог була розроблена нова структура бази даних відповідно до нової *Інструкції по складанню Картки обліку пожежі* із зазначенням типу та розміру полів, переліку назв полів масиву даних `POG_STAT`, що містить дані у текстовому форматі, приклади заповнення основної та додаткової карток обліку пожеж.

Програмне забезпечення для ведення статистичного обліку пожеж повинно відповідати вимогам, що регламентовані [2], забезпечувати виконання всіх функцій і мати засоби організації всіх необхідних процесів у регламентованих режимах функціонування, бути надійним, ефективним, зручним, придатним до модернізації та оновлення, захищеним від зовнішніх впливів, а також відповідати вимогам до процедури використання в органах виконавчої влади комп'ютерних програм, як об'єктів авторського права [3].

На регіональному рівні програмне забезпечення повинне забезпечувати можливість введення або завантаження карток обліку пожеж до таблиці редактора Excel; контроль і коригування полів картки обліку пожежі; формування запитів до бази; можливість створювати звітні таблиці; можливість заповнення та коригування бази довідкової інформації; перегляд карток бази даних; підключення та корегування довідників; паролний захист.

На державному рівні програмне забезпечення повинне забезпечувати завантаження регіональних масивів карток обліку пожеж у текстовому форматі та можливість вибору для обробки інформації з одного чи декількох регіонів.

Підготовлені Технічні вимоги мають стати підґрунтям для розроблення технічного завдання на програмне забезпечення для ведення статистичного обліку пожеж в Україні для ефективного оцінювання стану пожежної безпеки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МНС України "Про заходи щодо організації виконання постанови Кабінету Міністрів України від 26 грудня 2003 року № 2030" від 29 січня 2004 р. № 39.
2. ДСТУ ISO/IEC 9126-1:2013 Програмна інженерія. Якість продукту. Частина 1. Модель якості. (ISO/IEC 9126-1:2001, IDT). – чинний від 2014-07-01. – К.: Мінекономрозвитку України, 2014. – 20 с.
3. Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Порядку використання комп'ютерних програм в органах виконавчої влади" від 10 вересня 2003 р. № 1433 (Офіційний вісник України, 2003 р., № 37, ст. 1989).

## ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Точність будь-яких теплових розрахунків залежить від точності задавання параметрів моделі, що забезпечують її адекватність реальним процесам теплообміну при випробуваннях на вогнестійкість. До таких параметрів для вогнезахисних покриттів сталевих конструкцій відносяться коефіцієнт теплопровідності та питома об'ємна теплоємність покриття, що досліджується.

Останнім часом кількість публікацій щодо визначення параметрів вогнезахисних покриттів сталевих конструкцій виросла і це питання є актуальним і достатньо розкритим. Проте, поза увагою дослідників та вчених залишилося питання щодо дослідження впливу випадкових помилок при вимірюванні температур поверхні сталевих конструкцій з вогнезахисними покриттями на похибку визначення саме коефіцієнту теплопровідності такого покриття, як основного параметру, що найбільше впливає на точність розрахунку вогнестійкості конструкцій. Тому і **метою даної роботи** було дослідити як впливають помилки у вимірюванні температур з необігрівної поверхні сталеві пластини на похибку визначення теплофізичних характеристик (коефіцієнт теплопровідності і питома об'ємна теплоємність) вогнезахисного покриття відомої італійської фірми для врахування цих відхилень при проектуванні будівель та споруд з урахуванням вимог пожежної безпеки.

Для досягнення поставленої в роботі мети були підготовлені та проведені вогневі випробування згідно [1], суть яких полягало у створенні температурного режиму в печі, регламентованого [2], при тепловій дії на дослідний зразок і визначенні часу від початку теплового впливу до настання граничного стану для дослідного зразка, коли досягається температура 500 °С з необігрівної поверхні сталеві пластини.

На основі експериментальних даних (температури з необігрівної поверхні сталеві пластини), використовуючи фізичну і математичну моделі теплового стану зразка, розв'язанням обернених задач теплопровідності, були отримані теплофізичні характеристики покриття, що досліджувалось: постійне значення питома об'ємної теплоємності  $C_v = 1 \cdot 10^5$  Дж/м<sup>3</sup>·К, а теплопровідність як функція від температури (рис. 1).

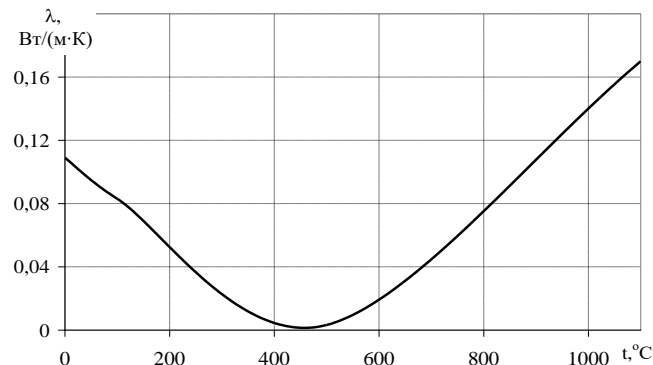


Рис. 1. Залежність ефективного коефіцієнту теплопровідності вогнезахисного покриття відомої італійської фірми від температури, знайденого розв'язанням обернених задач теплопровідності.

Далі було проведено дослідження впливу похибок 10, 20 % у вимірюванні температури з необігрівної поверхні сталеві пластини з вогнезахисним покриттям на точність визначення теплофізичних характеристик покриття, що досліджується.

Вводилися випадкові похибки 10 і 20% у вимірюванні температур з необігрівної поверхні сталеві пластини з вогнезахисним покриттям за допомогою генератора випадкових чисел. Отримані збурені температури використовували при знаходженні теплофізичних характеристик вогнезахисного покриття, що досліджувалось, розв'язанням обернених задач теплопровідності.

В результаті проведеної роботи встановлено, що неточність у вимірюванні температур з необігрівної поверхні сталеві пластини на 10% призводить до похибки у визначенні коефіцієнта теплопровідності покриття в 17 %, а на 20% – до похибок в 34 %

### ЛІТЕРАТУРА

1. Захист від пожежі. Вогнезахисне оброблення будівельних конструкцій. Загальні вимоги та методи контролювання : ДСТУ-Н-П Б В.1.1-29:2010. – [Чинний від 2011-11-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 9 с. – (Національний стандарт України).
2. Будівельні конструкції. Методи випробування на вогнестійкість. Загальні вимоги (ISO 834:1975) : ДСТУ Б В.1.1-4-98. – [Чинний від 1998-10-28]. – К. : Укрархбудинформ, 1999. – 21с. – (Державний стандарт України).

## ОПЕРАТИВНИЙ ПРОГНОЗ ТЕПЛОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА РЯТУВАЛЬНИКІВ ПРИ ГОРІННІ НАФТОПРОДУКТІВ У РЕЗЕРВУАРАХ

Серед видів травматизму особового складу при ліквідації масштабних пожеж найбільш часті теплові ураження. Причиною, яка визначає наявність цього роду травм, є недосконалість нормативних документів щодо оперативної оцінки зовнішнього теплового навантаження на рятувальників, і обмежений рівень захисної дії протитеплових засобів, що знаходяться на оснащених рятувальних підрозділів. Одним із шляхів для вибору засобів і способів підвищення захисту рятувальників від теплових травм може бути методика оперативної оцінки зовнішнього теплового навантаження на рятувальника при гасінні масштабної пожежі, в першу чергу для палаючих резервуарів з нафтопродуктами [1].

Параметри резервуарів для зберігання нафти і продуктів її переробки характеризуються великою різноманітністю, що ускладнює оцінку теплового навантаження на рятувальників. Величина прямого теплового потоку від пожежі в резервуарі може бути визначена виходячи з виду і обсягу згорання речовини, відстані до фронту горіння, прозорості повітря. Виходячи з принципу Сен-Венана, приймемо допущення, що на відстані більше трьох розмірів фронту горіння можна, в першому наближенні, вважати, що вся енергія пожежі зосереджена в центрі фронту горіння.

Природний газ і нафта в основному складаються з вуглеводнів, які при горінні виділяють велику кількість тепла. Воно викликає значне підвищення температури повітря і ґрунту біля вогнища горіння. Питома кількість тепла, що випромінюється полум'яним факелом, яке припадає на одиничну площу поверхні, визначають, прийнявши допущення, що енергія зосереджена в центрі факела і розподіляється рівномірно в навколишній сферичний простір [2]. При відсутності вітру, його обчислюють за формулою:

$$q = \frac{f \cdot Q'_n}{4 \cdot \pi \cdot R^2} \quad (1)$$

де  $q$  - кількість тепла, що припадає на одиницю площі поверхні, що нагрівається,  $\text{Дж}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ ;

$Q'_n$  - приведена теплота пожежі,  $\text{кДж}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ ;

$R$  - відстань до центру факела,  $\text{м}$ ;

$f$  - коефіцієнт випромінювання факела,  $f = 0,048 \cdot \sqrt{M}$  ;

де  $M$  - молекулярна маса пального.

Для метану  $f$  приймають - 0,2, для пропану - 0,33 і т.д.

Для обчислення  $f$  спочатку знаходять середню молекулярну масу даної суміші палаючих вуглеводнів.

Молекулярна маса для більшості видів нафти коливається в межах 220 ... 300. Вона зростає, так само, як і щільність, для нафтових фракцій з підвищенням температури кипіння [3]. Усереднений показник для нафтопродуктів можна прийняти  $f = 0,75$ .

Наведена теплота пожежі  $Q'_n$  розраховується за формулою:

$$Q'_n = \beta_{nz} \cdot Q_n \cdot V_o \quad (2)$$

де  $\beta_{nz}$  - коефіцієнт повноти згорання. У тиху погоду при горінні, наприклад, метанпропанової чи іншої низькомолекулярної суміші приблизно становить  $\beta_{nz} = 0,8 \dots 0,9$ . Для нафтопродуктів типу бензин, газ, мазут приймають  $\beta_{nz} = 0,85$ ;

$Q_n$  - нижня теплота згорання газів або їх сумішей, (наприклад, метан —  $35,83 \text{ МДж}/\text{м}^3$ , пропан —  $91,27 \text{ МДж}/\text{м}^3$ ), для рідких вуглеводнів (наприклад, бензин —  $41,87 \text{ МДж}/\text{кг}$ , газ -  $43,54 \text{ МДж}/\text{кг}$ );

$V_o$  - об'ємна витрата пального,  $\text{м}^3/\text{год}$ .

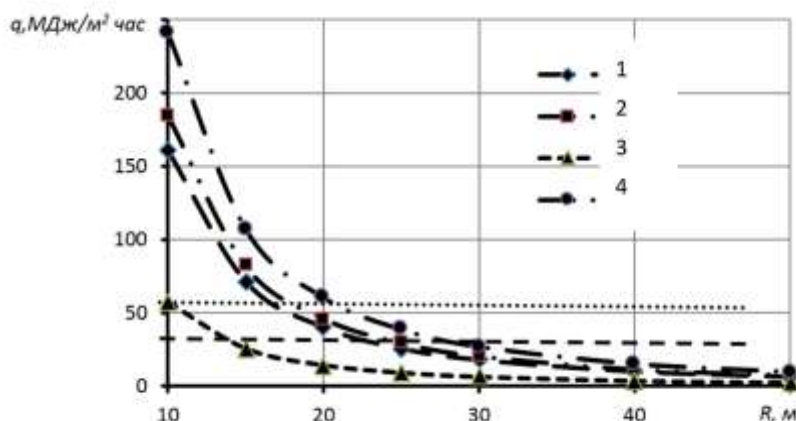
При горінні бензину в резервуарі діаметром 10 м, експериментально встановлено, що лінійна швидкість вигорання становить близько  $15 \text{ мм}/\text{хв}$ , що відповідає об'ємній швидкості вигорання, приблизно,  $15,7 \text{ м}^3/\text{хв}$  або  $942 \text{ м}^3/\text{год}$ .

В авторитетному джерелі [4] наведено огляд інформації про горіння рідин в резервуарах діаметром від 1 до 23 м. Незважаючи на обмежені й не дуже точні відомості, зроблено деякі суттєві висновки. Встановлено, що швидкість вигорання рідин практично незмінна для резервуарів, що мають діаметри в зазначених інтервалах. Це дозволяє приймати незмінною лінійну швидкість вигорання нафтопродуктів  $v = 15 \text{ мм}/\text{хв} = 0,9 \text{ м}/\text{год}$  в резервуарах місткістю до  $5000 \text{ м}^3$ , і, з огляду на відсутність тенденції до збільшення або зниження, прийнято допущення про збереження цього показника в судинах більшої місткості. В такому випадку, обсяг згорання рідини буде пропорційний площі поперечного перерізу резервуара:

$$V = S \cdot v = \pi \cdot D^2 \cdot v / 4 = 0,765 D^2, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3)$$

де  $D$  - діаметр резервуара,  $\text{м}$ .

Виконано розрахунок питомого теплового навантаження при стабільному горінні в резервуарі діаметром 10 м деяких поширених видів газоподібного і рідкого палива: бензину, газу, метану і пропану (рис.1), при однаковій об'ємній витраті.



**Рисунок 1** Інтенсивність тепловиділення ( $q$ , МДж/м<sup>2</sup>·год) на відстані ( $R$ , м) від центру факела палаючих вуглеводнів: 1 бензин; 2 - газ; 3 - метан; 4 - пропан; лінії штрихова і пунктирна, відповідають рівням теплових потоків 5,6 і 40, МДж/м<sup>2</sup>·год

Результати розрахунків дозволили встановити, що з віддаленням від центру факела теплове навантаження зменшується в гіперболічній залежності. На віддаленні більше 15 м при горінні вуглеводнів з відносно високою молекулярною масою (бензин, газ, пропан) близькі і відрізняються не більше ніж на 10 ... 15%. Горіння метану, що має невелику молекулярну масу і меншу теплоту згоряння, визначає деяке знижене теплове навантаження.

При розрахунках безпечної для особового складу, тобто такої, якою можна необмежений час витримувати без спеціального захисту, приймають інтенсивність тепловиділення  $q_{без} = 5,6$ , МДж/м<sup>2</sup> год [4]. Для вищенаведеної пожежі таке теплове навантаження існує на віддаленні більше 40 ... 50 м від факела (див.рис.1). Отже, оперативні дії на меншому віддаленні від факела необхідно виконувати з використанням засобів теплового захисту рятувальників.

Більшість протитеплових засобів, які перебувають на оснащенні рятувальних підрозділів України допускають захист організму рятувальника при інтенсивності випромінювання до 40 МДж/м<sup>2</sup> год. У розглянутому випадку такі умови забезпечуються на віддаленні не менше 18 ... 21 м при горінні рідких нафтопродуктів і більше 15 м при горінні метану. Ведення оперативних дій на менших дистанціях загрожує тепловими травмами.

Більшість засобів протитеплого захисту рятувальників випробовують при інтенсивності нормально спрямованого променевого навантаження 40 Дж/м<sup>2</sup>·год, яке найчастіше фігурує в нормативних документах [6-7]. При цьому допустима тривалість перебування в зоні теплового впливу з використанням засобів протитеплого захисту обчислюється 120 с на відстані менше 25 ... 30 м, як це впливає з рис.1, що визначає недостатню ефективність придушення полум'я за допомогою сучасних засобів гасіння пожеж.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Костенко Т.В. Разработка метода оперативного прогноза тепловой нагрузки на спасателей при тушении горящих резервуаров с нефтепродуктами / Т.В. Костенко, В.К. Костенко / Вестник университета гражданской защиты МЧС Беларуси, Т.1, №1, 2007, С.54-62.
2. Zhurbinskiy, D., Kostenko, T., Kostenko, V. "Evaluation of radial component of thermal load at workplaces in hot shops", Metallurgical and mining industry, No.9, 2016, pp.20-26.
3. Основи теорії розвитку та припинення горіння/ Г.І.Слагін, М.Г.Шкарабура, М.А.Кришталь, О.М.Тіщенко.- Підручник/ Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля. Черкаси: 2013.-460с.
4. Блинов В.И., Худяков Г.Н. Диффузионное горение жидкостей. М.: Изд-во АН СССР, 1961, 207с.
5. Боевая одежда и снаряжение пожарного/Д.В.Поповский, В.Ю.Охломенко /Метод. пособие под общей ред.. В.А. Грачева/ Академия ГПС МЧС России – М.: 2004. – 86 с.
6. ГОСТ Р 53264-2009 Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний.
7. ГОСТ ISO 11612-2014 Система стандартов безопасности труда. Одежда для защиты от тепла и пламени. Общие требования и эксплуатационные характеристики.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕНОСУ В ПРОТИТЕПЛОВОМУ КОСТЮМІ З ВІДБОРОМ ТЕПЛА

Існуючі типи теплозахисного одягу мають, як правило, багатошарову конструкцію, яка частково перешкоджає доступу теплової енергії від джерела пожежі до тіла рятувальника, але сприяє накопиченню фізіологічної теплоти. Подальше удосконалення засобів захисту рятувальників від дії негативних факторів пожежі можливе на основі забору тепла з підкостюмного простору шляхом поглинання або виносу його за межі системи «людина – теплозахисний одяг». Для обмеження температури в підкостюмному просторі запропоновано схеми проточного охолодження [1] або поглиначі тепла, наприклад водо-льодяні [2]. На даний час не відомі математичні моделі, в яких враховано перенос тепла крізь багатошарові оболонки при одночасному відборі теплової енергії.

Розглянуто математичну модель нестационарного перенесення тепла з навколишнього середовища крізь захисний костюм до людини, яка має різні рівні фізичного навантаження, при цьому вперше розрахункова схема костюму репрезентована у вигляді багатошарової оболонки, теплофізичні характеристики шарів і геометричні параметри оболонки, фазове перетворення холодоагенту (льоду на воду) і подальший теплообмін, енерговитрати людини і співвідношення площі, яку охоплюють акумулятори холоду, та площі підкостюмного простору.

Проаналізовано процеси перенесення тепла в тришаровій оболонці, схемний вигляд якої (рис. 1) включає: 1 – зовнішній шар; 2 – повітряний прошарок; 3 – внутрішній шар; 6 – охолоджуючі елементи. Оболонка схильна до теплового впливу  $Q_c$  з боку довкілля (ззовні), тіла людини – 4 (зсередини)  $Q_v$ . У повітряному прошарку підкостюмного простору розташовані джерела поглинання теплоти  $Q_n$  - 5:

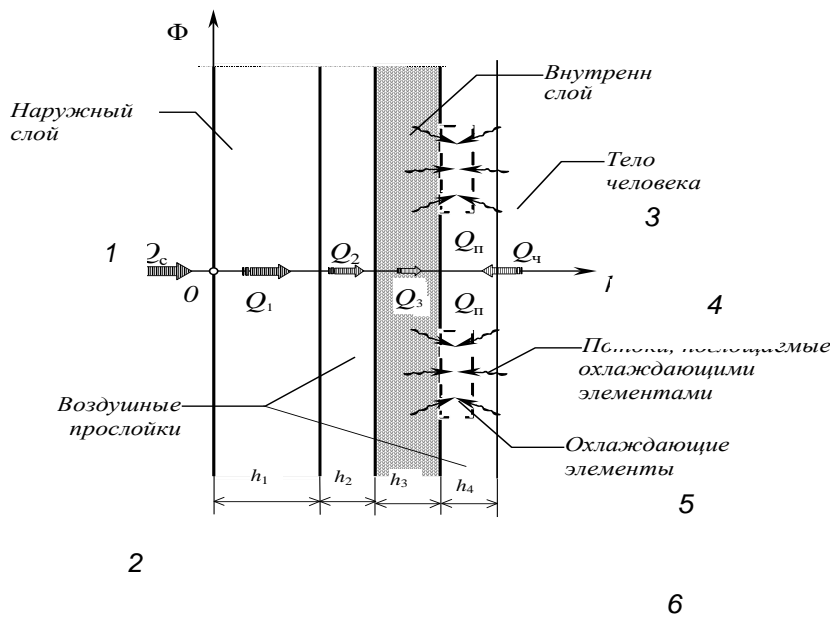


Рис. 1. Розрахункова схема оболонки

Для побудови математичної моделі процесів перенесення тепла в оболонці костюма взято просторову координату  $h$ , м, яка відлічується від зовнішньої поверхні костюма по нормалі всередину оболонки. Формулюємо припущення, що вздовж поверхні будь-якого шару оболонки (у напрямках, перпендикулярних до  $Oh$ ) субстанція розподілена рівномірно, тобто градієнт субстанції за площею шарів оболонки у межах досліджуваного фрагменту костюма мізерно малий порівняно з градієнтом всередину оболонки. Завдання розглядається в одновимірній постановці. Поточний час рахуємо з моменту потрапляння людини в захисному костюмі в середовище з підвищеною температурою. Динаміку розподілу теплоти по товщині захисної оболонки описано диференціальним рівнянням

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \tau} = \varphi^2 \frac{\partial^2 \Phi}{\partial h^2} \quad (1)$$

де  $\Phi = \Phi(h, \tau)$  – фізична змінна, що характеризує температуру,  $T$ , К, спричинену тепловим потоком  $Q_c$ , Вт,  
 $\varphi^2 = \varphi^2(h)$  – коефіцієнт дифузійної провідності матеріалу оболонки або температуропровідності  $\alpha^2$ .



Передбачено, що в початковий момент часу температура в оболонці  $\Phi_0$  – мінімальна й однакова у всіх шарах, а саме:

$$\Phi|_{\tau=0} = \Phi_0 = \text{const} \quad (2)$$

Проникнення теплоти із зовнішнього середовища в оболонку і з оболонки в підкостюмний простір (ПП) змодельовано, відповідно до закону Ньютона, граничними умовами третього роду:

$$\sigma_c (\Phi_c - \Phi_1|_{h=0}) = -\varphi_1^2 \frac{\partial \Phi_1}{\partial h} \Big|_{h=0}; \quad -\varphi_3^2 \frac{\partial \Phi_3}{\partial h} \Big|_{h=\Delta} = \sigma_n (\Phi_3|_{h=\Delta} - \Phi_n) \quad (3)$$

де нижній індекс  $i = 1, 3$  указує на значення змінної в межах  $i$ -го шару;

$$\Delta = \sum_{i=1}^3 h_i \quad \text{– сумарна товщина шарів оболонки, м;}$$

$h_i$  – товщина  $i$ -го шару або прошарку, м;

$\sigma_c$  і  $\sigma_n$  – коефіцієнти обміну субстанцією між середовищем та оболонкою і між оболонкою і ПП, м/с.

Припускаємо, що обмін субстанцією на межі повітряного прошарку відбувається за законом Фур'є, що відповідає граничним умовам четвертого роду:

$$\Phi_i|_{h=\delta_i} = \Phi_{i+1}|_{h=\delta_i}; \quad \varphi_i^2 \frac{\partial \Phi_i}{\partial h} \Big|_{h=\delta_i} = \varphi_{i+1}^2 \frac{\partial \Phi_{i+1}}{\partial h} \Big|_{h=\delta_i} \quad (4),$$

де нижній індекс  $i = 1, 2$  указує на значення змінної в межах  $i$ -го шару або прошарку  $\delta_1 = h_1$ ;  $\delta_2 = h_1 + h_2$ .

Кількість субстанції, що проникла в ПП, може бути визначена на основі рівняння її балансу:

$$Q_n = Q_c + Q_{ш} + Q_ч + Q_и \quad (5),$$

де  $Q$  – потік субстанції: тепловий потік, Вт, або масова витрата шкідливої речовини, кг/с; індекси вказують відповідно на потік субстанції в ПП: «п» – акумульованої в поточний момент; «с» – проникла із зовнішнього середовища через оболонку; «ш» – проникла із зовнішнього середовища через шви та інші негерметичні вузли костюма; «ч» – від тіла людини; «и» – поглинається або виділяється. Надалі передбачено, що величини  $Q_{ш}$  і  $Q_ч$  – відомі константи.

Представлені математичні залежності вможливають оцінювати динаміку температури в підкостюмному просторі при різних рівнях зовнішнього теплового навантаження та інтенсивності роботи. Ця інформація потрібна для проведення необхідних розрахунків під час складання планів ліквідації аварій, прогнозування швидкості пересування рятувальників по заданому маршруту, часу проходження заданим маршрутом, витрат кисню й енерговитрат організму. Це забезпечить ефективне й безпечне ведення аварійно-рятувальних робіт в екстремальних мікрокліматичних умовах.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Патент України № 109668 «Теплозахисний костюм» від 25.08.2016. Автори: Костенко В. К., Костенко Т. В., Покалюк В. М.
2. Онасенко А. А. Теоретические основы тепломассопереноса в газозащитном костюме с водоледяной системой охлаждения // Проблемы экологии : сб. науч. тр. – Донецк : ДонНТУ, 2005. – № 6. – С. 67–77.

*О. В. Корнієнко, М. І. Копильний, В. І. Харченко, УкрНДЦЗ,  
О. Д. Гудович, к. т. н., с. н. с., доцент, М. В. Білошицький, к. хім. н., с. н. с., доцент ІДУЦЗ*

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИЗНАЧЕННЯ СТРОКУ ПРИДАТНОСТІ ПРОСОЧУВАЛЬНИХ ВОГНЕБІОЗАХИСНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ДЕРЕВИНИ «АЛАНА» ТА «ECOSEPT 450-1»

Згідно з вимогами нормативних документів [1-2] на кожний вогнезахисний засіб повинен розроблятися регламент робіт з вогнезахисту, в якому необхідно зазначити строк придатності вогнезахисного покриття або просочення, та має бути надана інформація щодо періодичності їх заміни і відновлення залежно від умов експлуатації. За строк придатності вогнезахисного покриття (просочення), згідно з [2], приймають проміжок часу, упродовж якого вогнезахисний засіб після його застосування здатний забезпечити вогнезахист.

Об'єктом досліджень у даній роботі були просочувальні вогнебіозахисні речовини «АЛАНА» та «ECOSEPT 450-1», предметом дослідження - вплив терміну зберігання в неопалювальних приміщеннях зразків деревини, виготовлених і оброблених згідно з вимогами нормативних документів, на змінення ефективності їхнього вогнезахисту.

Питання з визначення строку придатності вогнезахисних покривів та просочень для деревини досліджувались у роботах [3-5]. Зокрема, в [3-4] було встановлено, що в процесі експлуатації під впливом зміни кліматичних факторів (температури, вологості, сонячного опромінення) виникає часткова або повна втрата вогнезахисної ефективності деревини внаслідок природного старіння, відшарування, розтріскування та руйнування шарів вогнезахисних покриттів; дифузії і висолювання речовин антипіренів з середини деревини на її поверхню. В роботі [5] наведено дані експериментальних досліджень щодо зміни ефективності вогнезахисту обробленої деякими засобами деревини, що зберігалася протягом року у неопалювальних приміщеннях.

Зазначені експериментальні дослідження є продовженням досліджень, описаних у [5]. За основу проведених досліджень було взято метод з визначення строку експлуатування вогнезахисної деревини, наведений в [6]. Сутність методу полягає у закладанні зразків вогнезахисної деревини у неопалювальних приміщеннях строком до десяти років і періодичному перевірці групи вогнезахисної ефективності на контрольних зразках за «прискореним» методом згідно з [7]. Вважається, що вогнезахисна деревина витримала випробування щодо здатності зберігати свої властивості упродовж визначеного строку експлуатування, якщо середнє значення втрати маси трьох зразків не перевищує значень, регламентованих [7].

Результати випробувань з визначення групи вогнезахисної ефективності для зразків деревини, оброблених просочувальними вогнебіозахисними речовинами «АЛАНА» та «ECOSEPT 450-1», які зберігалися протягом одного року у складських неопалювальних приміщеннях, наведено у таблиці.

У результаті проведених досліджень встановлено, що ефективність вогнезахисту зразків деревини, оброблених речовинами «АЛАНА» та «ECOSEPT 450-1» у спосіб та з витратами, наведеними у таблиці, які зберігалися протягом одного року у неопалювальному приміщенні, знаходиться у межах, регламентованих нормативним документом [7].

Таблиця – Результати випробувань з визначення групи вогнезахисної ефективності досліджених вогнезахисних речовин

Назва вогнезахисної речовини	Спосіб вогнезахисного оброблення	Середня витрата вогнезахисного засобу	Група вогнезахисної ефективності вогнезахисного засобу залежно від терміну зберігання (середнє значення втрати маси зразків, %)		Примітка (про зміни якості вогнезахисту)
			На момент закладання	Через 1 рік зберігання	
<b>Просочувальні вогнезахисні речовини</b>					
Просочувальна вогнебіозахисна речовина «АЛАНА» для дерев'яних елементів горючих покриттів	Поверхнєве вогнезахисне просочення (пензлем за два рази)	249,6г/м <sup>2</sup> (в перерахунку на суху речовину - 174,7 г/м <sup>2</sup> )	I (6,6)	I (6,8)	Протягом одного року забезпечується початкове значення групи вогнезахисної ефективності
Просочувальна вогнебіозахисна речовина «ECOSEPT 450-1» для дерев'яних елементів горючих покриттів	Поверхнєве вогнезахисне просочення (пензлем за два рази)	300,1 г/м <sup>2</sup> (в перерахунку на суху речовину - 193,1 г/м <sup>2</sup> )	I (7,1)	I (7,2)	

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва [Текст]. – Введ. 2003-05-01. – Київ: Державний комітет України з будівництва та архітектури; К: Видавництво «Лібра», 2003 – 11с.
2. НАПБ Б.01.012-2007 Правила з вогнезахисту – Введ. 2007-07-24. – К: Офіційний вісник України від 06.08.2007, 2007.
3. Тычина Н.А. Эксплуатационная надежность огнезащитных древесных материалов [Текст] / Н.А. Тычина // Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Вып. 2. – М.: ВНИИПО, 2002. – С. 38-43.
4. Баженов С.В. Прогнозирование срока службы огнезащитных покрытий. Проблемы и пути решения [Текст] / С.В. Баженов // Пожарная безопасность. – 2005. – № 5 – С. 97–102.
5. Гудович О.Д. Дослідження ефективності вогнезахисту деревини [Текст] / О.Д. Гудович, О.В. Корнієнко // Матеріали 14-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції рятувальників. ІДУЦЗ МНС України, Київ.,- 2012. – С.143-145.
6. ДСТУ 4479:2005 Речовини вогнезахисні водорозчинні для деревини. Загальні технічні вимоги та методи випробувань [Текст]. – Введ. 2006-10-01. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2006 – 17с.
7. ГОСТ 16363-98 Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств [Текст]. – На замену ГОСТ 16363-76; введ. 2000-09-01.– К.: Госстандарт Украины, 2000 – 14с.

## МНОГОСЛОЙНЫЕ ЭКРАНИРУЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ, НАНОСИМЫЕ НА ДЫМОВОЙ ПОЖАРНЫЙ ИЗВЕЩАТЕЛЬ

Одним из критически важных свойств пожарного извещателя является достоверность его сигналов. Возникновение ложных срабатываний подрывает доверие к системе и нередко приводит к полному отключению системы пожарной сигнализации.

Спектр помех, создаваемых газоразрядными лампами в зависимости от их типа и, особенно, от типа использованных балластов, простирается от 50 Гц до 50 кГц, основная часть лежит между 2 и 25 кГц.

В настоящее время металлизированные полимерные материалы используются не только в декоративных целях, а также в качестве функциональных элементов при производстве различной электронной аппаратуры, авиационных двигателей и многих других изделий [1].

Вакуумное нанесение металлических покрытий на поверхность пластмасс и других диэлектриков получило широкое распространение для защитно-декоративной отделки разнообразных изделий и для технических целей при изготовлении различных машин и приборов. Область и масштабы применения таких покрытий с дальнейшим развитием техники постоянно увеличиваются. Нанесение металлических покрытий на поверхность пластмасс чаще всего производят гальваническим и ионно-плазменными методами [2-4].

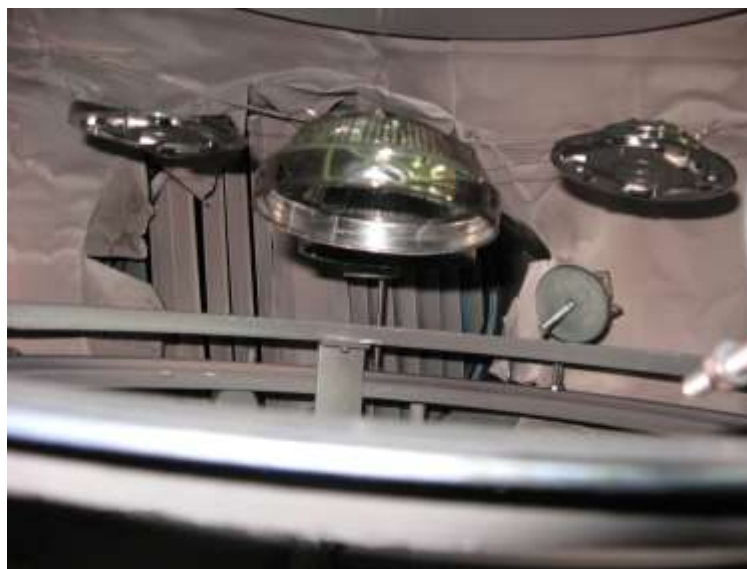
Технологический процесс нанесения металлического покрытия на поверхность пластмасс независимо от природы пластика и назначения деталей состоит из трех основных стадий: подготовки поверхности, получение электропроводного подслоя и гальваническое нанесение покрытий.

В вакуумном электродуговом методе покрытие формируется потоком положительных ионов металла, источник которого является катодное пятно вакуумной дуги, перемещающееся по поверхности катода. Так как здесь, весь процесс нанесения проходит в вакууме не хуже  $1 \cdot 10^{-2}$  Па, то метод позволяет наносить покрытия на габаритные детали с развитой поверхностью. Материалом покрытия могут быть металлы, сплавы, нитриды, карбиды, оксиды, покрытия можно делать многослойные, композиционные и т.д. Вакуумный электродуговой метод нанесения – это метод широчайших возможностей [6-8]. Применительно к нанесению покрытий на пластмассы данный метод слишком энергонасыщен, так как покрытие формируется потоком ионов с энергией  $\sim 10-20$  эВ. Поэтому здесь существуют особенности в технологии нанесения покрытий на пластмассы.



Рисунок 1 – Вакуумная камера и узел управления

Покрытия наносились поочередным нагревом в электронной пушке установки и испарением хрома, никеля и алюминия. Весь процесс нанесения контролировался с помощью спектрофотометра СФ КТ-51, встроенного в установку. Контроль велся по отражению луча определенной длины света от наносимого покрытия или слоя покрытия. Для этого по данным об оптической плотности тонких слоев металлов рассчитывалась толщина  $dm$ , при которой весь свет, падающий на покрытие из определенного металла, полностью отражался бы. Для хрома  $dm \approx 100$  нм, для Ni  $\approx 80 - 90$  нм, а для Al  $\approx 60$  нм. Принималось, что в диапазоне  $0 - dm$  отражение линейно зависит от толщины наносимого покрытия, это позволило наносить слои толщиной до 2 – 5 нм.



**Рисунок 2 – Нанесенное экранирующее покрытие на дымовой пожарной извещатель**

Чтобы повысить экранирующую эффективность покрытий, предлагается делать их двухслойными, например слой меди наносится на пластмассу, а на слой меди наносится слой пермаллоя. Такое покрытие с поверхностным электросопротивлением меньшим 0,1 Ом и относительной магнитной проницаемостью на уровне 15000-18000 будет эффективно экранировать электромагнитное поле уже с частотой 1 кГц и выше.

Дымовой пожарной извещатель помещали в вакуумную камеру установки ВУ-1А и откачивали камеру до давления остаточных газов не более  $7 \cdot 10^{-3}$  Па. После этого поверхность детали в течение ~2 минут обрабатывали в плазме тлеющего разряда в кислороде. Это позволяло убирать с поверхности остатки органических загрязнений и активировать саму поверхность, что приводило к значительному увеличению адгезии покрытия.

Во всех измерениях спектрально коэффициента отражения в качестве эталона сравнения использовалось покрытие из чистого алюминия (содержание алюминия составляло не менее 99,9 мас.%) толщиной ~ 200 нм. Зависимость  $R(\lambda)$  такого покрытия хорошо исследована [9].

#### ЛИТЕРАТУРА

3. Липин Ю.В., Рогачев А.В., Харитонов В.В. Вакуумная металлизация полимерных материалов. Л.: Химия, 1987. – 152с.
4. Шалкаускас М. Химическая металлизация пластмасс / М. Шалкаускас, А. Вашкялис. – Л.: Химия. 1985. – 144 с.
5. Гамбург Ю.Д. Гальванические покрытия: справочник по применению / Ю.Д. Гамбург. – М.: Техносфера, 2006. – 216 с.
6. Нанесение металлических покрытий на поверхность пластмасс гальваническим и ионно-плазменными методами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/b/BOSEZEN/educational/sovrem.../05\\_glava\\_03.pdf](http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/b/BOSEZEN/educational/sovrem.../05_glava_03.pdf) – Дата доступа: 16.12.2016.
7. ГОСТ 9.306-85 Государственный стандарт Союза ССР. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения. – Введ. 24.01.85. – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам: Изд-во стандартов, 1985. – 92 с.
8. Мрочек, Ж.А., Эйзнер, Б.А., Марков, Г.В. Основы формирования многокомпонентных вакуумных электродуговых покрытий. – Минск: Наука и техника, 1991.- 94 с.
9. Технологические особенности нанесения многокомпонентных покрытий вакуумным электродуговым методом / Г.В. Марков, А.П. Ласковнев, А.Т. Волочко и др. // В сб.: Современные методы и технологии создания и обработки материалов. Мат-лы VI Междунар. н.-т. конф. 14 – 16.09.2011г. – Минск. Кн.2. – С.290 – 293
10. Упрочняющие покрытия системы Ti-Al-Si-N / Волочко А.Т., Марков Г.В., Мисуно П.Н. // В сб.: Актуальные проблемы прочности. Тр. 53-й международной научной конференции 2–5 октября 2012. Витебск, Ч.1. – Витебск, 2012. – С.57 – 59.
11. Излучательные свойства твердых материалов. Справочник. Под общ. ред. А.Е. Шейндлина. – М.: Энергия 1974. – 472 с.

## **АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНІ ТА ІНШІ НЕВІДКЛАДНІ РОБОТИ ПІД ЧАС ПОВЕНЕЙ, КАТАСТРОФІЧНИХ ЗАТОПЛЕНЬ ТА ПРАВИЛА САМОРЯТУВАННЯ, ЯКІ ПОВИННА ЗНАТИ КОЖНА ЛЮДИНА**

Основними особливостями обстановки, що виникає внаслідок повені, є руйнівний характер НС, швидке наростання параметрів уражаючих факторів, обмежений термін виживання постраждалих, які потрапили під вплив уражаючих факторів; складність доступу до постраждалих районів, необхідність застосування спеціальних транспортних засобів, а також складні погодні умови.

Фактори небезпеки повеней і паводків призводить до руйнування будинків і споруджень, мостів, розмив залізничних й автомобільних доріг, аварій на інженерних мережах, знищення посівів, до жертв серед населення й загибель тварин.

Внаслідок повені, паводку починається просідання будинків і землі, виникають зрушення й обвали. [1]



Тому існує порядок дій населення у випадку загрози виникнення повені, паводка, раптового затоплення, після повені, паводка. Розглянемо цю послідовність дій.

Дій населення у випадку загрози виникнення повені, паводка.

1. Сирени та переривчасті гудки підприємств та транспортних засобів - це сигнал "Увага всім!". Негайно ввімкніть радіоприймач або телевізор.

2. Уважно слухайте інформацію про надзвичайну ситуацію й інструкцію про порядок дій, не користуйтеся без необхідності телефоном, щоб він був вільним для зв'язку з вами.

3. Зберігайте спокій, попередьте сусідів, надайте допомогу інвалідам, дітям і людям похилого віку.

4. Довідайтеся в місцевих органах державної влади й місцевого самоврядування місце збору жителів для евакуації й готуйтеся до неї.

5. Підготуйте документи, одяг, найбільш необхідні речі, запас продуктів харчування на кілька днів, медикаменти. Складіть все у валізу. Документи зберігайте у водонепроникному пакеті.

6. Переженіть худобу, що є у вашому господарстві, на підвищену місцевість.

7. Від'єднайте всі споживачі електричного струму від електромережі, вимкніть газ.

8. Перенесіть більш цінні речі та продовольство на верхні поверхи або підніміть на верхні полиці.

Дії населення в зоні раптового затоплення під час повені, паводка:

1) Зберігайте спокій, не панікуйте.

2) Швидко зберіть необхідні документи, цінності, ліки, продукти та інші необхідні речі. Надайте допомогу дітям, інвалідам і людям похилого віку. Вони підлягають евакуації в першу чергу.

3) По можливості негайно залишіть зону затоплення.

4) Перед виходом з будинку відключіть електро- і газопостачання, погасіть вогонь у печах. Закрийте вікна й двері, якщо є час, закрийте вікна й двері першого поверху дошками (щитами).

5) Відчиніть хлів - дайте худобі можливість рятуватися.

6) Підніміться на верхні поверхи. Якщо будинок одноповерховий - займіть горищні приміщення.

7) До прибуття допомоги залишайтеся на верхніх поверхах, дахах, деревах або інших піднесеннях, сигналізуйте рятувальникам, щоб вони мали можливість швидко вас виявити.

8) Перевірте, чи немає поблизу потерпілих, надайте їм, по можливості, допомогу.

9) Опинившись у воді, зніміть із себе важкий одяг і взуття, відшукайте поблизу предмети, якими можна скористатися до одержання допомоги.

10) Не переповняйте рятувальні засоби (катери, човни, плоту та інше). [2]



Дії населення після повені, паводка:

- 1) Переконаєтеся, що ваше житло не одержало внаслідок повені ніяких ушкоджень і не загрожує обваленням, відсутні провали в будинку й довкола нього, не розбите скло й немає небезпечних уламків і сміття.
- 2) Не користуйтеся електричною мережею до повного осушення будинку.
- 3) Обов'язково кип'ятіть питну воду, особливо із джерел водопостачання, які були підтоплені.
- 4) Просушіть будинок, проведіть ретельне очищення й дезінфекцію забрудненого посуду й домашніх речей і прилеглої до будинку території.
- 5) Електроприладами можна користуватися тільки після їхнього ретельного просушування.
- 6) Заборонено вживати продукти, які були підтоплені водою під час повені. Позбудьтеся від них і від консервації, що була затоплена водою й одержала ушкодження.
- 7) Все майно, що було затопленим, підлягає дезінфекції.
- 8) Довідайтеся в місцевих органах державної влади й місцевого самоврядування адреси організацій, які відповідають за надання допомоги потерпілому населенню.[3]

Головною метою пошуково-рятувальних та інших невідкладних робіт (за умов повеней та катастрофічних затоплень) є пошук, надання допомоги та порятунок людей, які опинилися у зоні затоплення, в найкоротший термін, що забезпечує їх виживання за умов наявної обстановки.

Основними вимогами до організації та проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт у межах зони затоплення є організація та проведення зазначених робіт у межах всієї зони затоплення в найкоротший термін, забезпечення виживання постраждалих, а також зменшення матеріальних збитків, ефективне використання можливостей рятувальних сил та засобів, безпека рятувальників і постраждалих.



Тож можна сказати що для успішного завершення операції з аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт під час повеней та катастрофічних затоплень, повинні проводитися безперервно, в будь-яку пору року, час доби й погоду, та повинні забезпечити порятунок постраждалих у термін, що не перевищує час прояву небезпечних для життя фізіологічних змін в організмі людини при перебуванні у воді за даних умов.

Організація взаємодії сил ліквідації наслідків повеней та катастрофічних затоплень територій є одним із найважливіших факторів, що забезпечують успіх проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. <http://polka-knig.com.ua/article.php?book=271&article=15546>
2. [http://desn.gov.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3937%3A2013-04-01-09-11-54&catid=282%3A2011-10-25-12-48-57&Itemid=2945&lang=ua](http://desn.gov.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=3937%3A2013-04-01-09-11-54&catid=282%3A2011-10-25-12-48-57&Itemid=2945&lang=ua)
3. <http://bukvar.su/voennaja-kafedra/39446-Stihiiynye-bedstviya-i-deiystviya-naseleniya-po-likvidacii-ih-posledstviy.html>

## ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ХВОЙНОЇ ПІДСТИЛКИ СОСНОВИХ МОЛОДНЯКІВ

**Вступ.** Лісове середовище – це сукупність матеріалів рослинного походження, більшість з яких в залежності від фізико-хімічних властивостей є горючими. Згідно зі шкалою оцінювання лісових ділянок за ступенем загрози виникнення лісових пожеж [1] найбільш пожежонебезпечними є хвойні насадження, а саме насадження у молодому віці – до 40 років включно. Верхові пожежі, які виникають в результаті зростання інтенсивності низових, спричиняють значні пошкодження деревостану на великих площах. Тому дослідження процесів займання лісової підстилки, зокрема хвої як горючого матеріалу в процесі виникнення й поширення пожеж є актуальними.

В соснових лісах опала хвоя входить до складу лісової підстилки. Її пожежна небезпека зумовлена не лише її вологістю, вмістом органічних речовин, але геометричними і фізичними параметрами підстилки, властивостями ґрунтів, рельєфом, розташуванням під наметом деревостану та ін. У зв'язку з цим дослідження пожежної небезпеки найбільш доцільно проводити в природних умовах.



**Рисунок 1 – Дослідження займання хвойної підстилки з використанням Пристрою для дослідження займистості горючого матеріалу з використанням електронагрівального елемента (фото автора)**

Дослідження займання підстилки соснових молодняків проводили в соснових насадженнях віком 15-20 років. Оскільки джерела запалювання, які базуються на горінні горючих матеріалів (гексаміну, суміші опилок і дизпалива та ін.), не дають можливість регулювання температури займання, пожежну небезпеку оцінювали за часом самозаймання шару підстилки від нагрітої електричним струмом спіралі з допомогою розробленого Пристрою для дослідження займистості горючого матеріалу з використанням електронагрівального елемента [3]. Електронагрівальний елемент пристрою розміщували на поверхні підстилки (рис. 1). Товщина підстилки у місцях дослідження відрізнялась незначно і становила 1,0-1,5 см. Перед дослідженнями займання підстилки визначали вологість хвої за діелектричними властивостями [2]. Вологість хвої, що входить до складу підстилки, становила  $12,95 \pm 2 \%$ . Температура повітря –  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ .

На кожній з 5 ділянок процес займання досліджували тричі. Всього провели 15 дослідів. Отримані результати дослідження наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Результати досліджень займання лісової підстилки

Номер ділянки	Дослід, № п/п	Займання	Час займання, с	Ймовірність займання	Середній час займання, с
1	1.1	–	–	1/3	37,18
	1.2	–	–		
	1.3	Відбулось	37,18		
2	2.1	–	–	1/3	28,23
	2.2	–	–		
	2.3	Відбулось	28,23		
3	3.1	Відбулось	27,03	2/3	20,40
	3.2	Відбулось	13,77		
	3.3	–	–		
4	4.1	Відбулось	22,11	1/3	22,11
	4.2	–	–		
	4.3	–	–		
5	5.1	Відбулось	31,36	2/3	25,79
	5.2	Відбулось	20,22		
	5.3	–	–		

За результатами дослідження встановили, що підстилка займалась не завжди. У майже половині випадків відбувалося тління хвої, яке тривало більше ніж 60 с, після чого експеримент припиняли. У решті випадків виникало полум'яне горіння.

**Висновок.** За результатами польових досліджень встановлено, що лісова підстилка в соснових молодниках може зайнятися з ймовірністю, близькою до 2/3 від контакту з нагрітим тілом, температура якого становить 450 °С за 25,79 с. За часом займання можемо оцінювати пожежну небезпеку хвойної підстилки безпосередньо у лісовому насадженні.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Правил пожежної безпеки в лісах України / Державний комітет лісового господарства України: 27.12.2004, № 278 // Офіційний вісник України. – К., 2005. – № 13. – С. 321. – (Нормативний документ Державного комітету лісового господарства України. Наказ).
2. Кузык А. Д. Оценка влажности хвои сосны обыкновенной как фактора пожарной опасности по измерению ее диэлектрической проницаемости / А. Д. Кузык, В. И. Товарянский // Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza: Józefów, Poland. – 2015. – Vol. 39, Issue 3. – pp. 111–117.
3. Пристрій для дослідження займистості горючого матеріалу з використанням електронагрівального елемента: пат. 43976 Україна: МПК6G01N 25/50. / В. І. Товаряньський, А. Д. Кузык, Р. І. Стасьо, М. М. Коваль//. – заявл. 15.02.2016 ; опублік. 25.04.2016, Бюл. № 1. – 2 с.

*Р. Я. Лозинський, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

### ЗАСТОСУВАННЯ ЧИСЛОВОГО МЕТОДУ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПРИ НЕСТАЦІОНАРНІЙ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ

Як відома 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 температуру 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:

$$Q_k = \alpha_1 (T_T - T_{0,k-1}) \Delta y \Delta z \Delta \tau \quad (1)$$

де  $\alpha_1$  - коефіцієнт теплообміну між продуктами горіння та нагріваючою поверхнею, який залежить від часу горіння;  $T_T$  - температура продуктів згорання, яка залежить від часу горіння;  $T_{0,k-1}$  - температура нагріваючої поверхні в момент часу  $\tau_{k-1}$ ;  $\Delta \tau$  - елемент часу;  $\Delta y \Delta z$  - елемент площі теплопередачі.

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:

$$Q_T = \lambda (T_{0,k-1}) \frac{T_{0,k-1} - T_{1,k-1}}{\Delta x} \Delta y \Delta z \Delta \tau \quad (2)$$

де  $\lambda (T_{0,k-1})$  - коефіцієнт теплопровідності зовнішнього шару стінки при температурі зовнішнього шару стінки в момент часу  $\tau_{k-1}$ ;  $\Delta x$  - товщина шару стінки.

Зміна внутрішньої енергії тонкого шару товщиною  $\Delta x$  може бути розрахована за допомогою формули:

$$\Delta U = C (T_{0,k-1}) \rho (T_{0,k} - T_{0,k-1}) \Delta x \Delta y \Delta z \quad (3)$$

де  $C (T_{0,k-1})$  - теплоємність зовнішнього шару стінки при температурі зовнішнього шару в момент часу  $\tau_{k-1}$ ;  $\rho$  - густина матеріалу стінки.

Враховуючи, що  $Q_k - Q_T = \Delta U$  отримаємо:

$$\alpha_1 (T_T - T_{0,k-1}) \Delta y \Delta z \Delta \tau - \lambda (T_{0,k-1}) \frac{T_{0,k-1} - T_{1,k-1}}{\Delta x} \Delta y \Delta z \Delta \tau = \quad (4)$$

Скоротимо рівняння (4) на  $\Delta y \Delta z$  та розв'язуючи його відносно  $T_{0,k}$ , отримаємо:



$$T_{0,k} = T_{0,k-1} + \frac{\alpha_1}{c(T_{0,k-1})} \left( \frac{\Delta\tau}{\Delta x} \right) (T_\tau - T_{0,k-1}) - \frac{\lambda(T_{0,k-1})}{c(T_{0,k-1})\rho} \frac{\Delta\tau}{(\Delta x)^2} (T_{0,k-1} - T_{1,k-1}) \quad (5)$$

2. Розглянемо процес передачі тепла всередині стінки між її шарами. Як було зазначено вище, дана задача належить до типу задач нестационарної теплопровідності. Диференціальне рівняння нестационарної теплопровідності має вигляд:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right), \quad (6)$$

де  $a = \frac{\lambda(T)}{c(T) \cdot \rho}$  - коефіцієнт температуропровідності,

Оскільки стінка плоска, то задача перетворюється в одновимірну:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}. \quad (7)$$

Запишемо це диференціальне рівняння за допомогою методу кінцевих різниць. В межах і-го шару стінки температурна крива буде мати два нахили, і тому похідна по координаті буде мати два вирази:

$$\left( \frac{\Delta T}{\Delta x} \right)_I = \frac{T_{i+1,k-1} - T_{i,k-1}}{\Delta x} \quad \left( \frac{\Delta T}{\Delta x} \right)_{II} = \frac{T_{i,k-1} - T_{i-1,k-1}}{\Delta x} \quad (8)$$

Для другої похідної по координаті отримаємо:

$$\frac{\Delta^2 T}{\Delta x^2} = \frac{1}{\Delta x} \left( \left( \frac{\Delta T}{\Delta x} \right)_I - \left( \frac{\Delta T}{\Delta x} \right)_{II} \right) = \frac{1}{\Delta x^2} (T_{i+1,k-1} - 2T_{i,k-1} + T_{i-1,k-1}) \quad (9)$$

Похідна за часом від температури для і-го шару стінки має вигляд:

$$\frac{\Delta T}{\Delta \tau} = \frac{T_{i,k} - T_{i,k-1}}{\Delta \tau} \quad (10)$$

Враховуючи вирази (9) та (10), диференціальне одновимірне рівняння теплопровідності (7) буде мати вигляд:

$$\frac{T_{i,k} - T_{i,k-1}}{\Delta \tau} = a \frac{1}{\Delta x^2} (T_{i+1,k-1} - 2T_{i,k-1} + T_{i-1,k-1}) \quad (11)$$

Рівняння (11) розв'язуємо відносно температури  $T_{i,k}$ :

$$T_{i,k} = T_{i,k-1} + \frac{T_{i,k} - T_{i,k-1}}{\Delta \tau} \Delta \tau = \frac{\lambda(T_{i,k})}{c(T_{i,k})\rho} \frac{1}{\Delta x^2} (T_{i+1,k-1} - 2T_{i,k-1} + T_{i-1,k-1}) \quad (12)$$

3. Розглянемо передачу тепла в зовнішньому шарі стінки, що межує з холодним середовищем.

Кількість теплоти, переданої останньому шару стінки шляхом теплопровідності, визначається за законом Фур'є:

$$Q_\tau = \lambda(T_{n,k-1}) \frac{T_{n-1,k-1} - T_{n,k-1}}{\Delta x} \Delta y \Delta z \Delta \tau \quad (13)$$

де  $\lambda(T_{n,k-1})$  - коефіцієнт теплопровідності зовнішнього шару стінки при температурі зовнішнього шару стінки в момент часу  $\tau_{k-1}$ .

Кількість теплоти, яка віддана зовнішнім шаром оточуючому середовищу шляхом конвекції, може бути розрахована за законом Ньютона-Ріхмана:

$$Q_k = \alpha_2 (T_{n,k-1} - T_0) \Delta y \Delta z \Delta \tau \quad (14)$$

де  $\alpha_2$  - коефіцієнт теплообміну між поверхнею стінки та оточуючим середовищем, який залежить від температури стінки та зовнішнього середовища;  $T_0$  - температура зовнішнього середовища.

Зміна внутрішньої енергії зовнішнього шару стінки може бути розрахована за допомогою формули:

$$U = c(T_{n,k-1})\rho(T_{n,k} - T_{n,k-1})\Delta x \Delta y \Delta z \quad (15)$$

де  $c(T_{n,k-1})$  - питома масова теплоємність зовнішнього шару стінки при температурі зовнішнього шару в момент часу  $\tau_{k-1}$ ;  $\rho$  - густина матеріалу стінки.

Враховуючи, що  $Q_t - Q_k = \Delta U$  та виконавши скорочення на величину елемента площі  $\Delta y \Delta z$ , отримаємо:

$$\begin{aligned} & \lambda(T_{n,k-1}) \frac{T_{n-1,k-1} - T_{n,k-1}}{\Delta x} \Delta \tau - \alpha_2 (T_{n,k-1} - T_0) \Delta \tau = \\ & = c(T_{n,k-1})\rho(T_{n,k} - T_{n,k-1})\Delta x \end{aligned} \quad (16)$$

Розв'язуємо рівняння (16) відносно температури  $T_{n,k}$ :

$$T_{n,k} = T_{n,k-1} + \frac{\lambda(T_{n,k-1})}{c(T_{n,k-1})\rho} \frac{\Delta \tau}{(\Delta x)^2} (T_{n-1,k-1} - T_{n,k-1}) - \frac{\alpha_2}{c(T_{n,k-1})\rho} \frac{\Delta \tau}{\Delta x} (T_{n,k-1} - T_0) \quad (17)$$

Таким чином, використовуючи метод кінцевих різниць отримано три рівняння (5), (12), (17), за допомогою яких можна розрахувати температуру у стінці в будь-який момент часу. Для проведення відповідного розрахунку створена відповідна програма, яка дозволяє швидко і з високою точністю виконати розрахунок температур.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Астапенко В.М., Кошмаров Ю.А., Молчадський І.С. Термогазодинаміка пожег в приміщеннях: - М.: Стройиздат, 1988. - 448с.
2. Самарський А.А., Вабищевич 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.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ ПРОДУКТАМИ ГОРЕНИЯ ТОРФА**

Каждые 3-5 лет в Украине повторяются засухи, которые сопровождаются лесными и торфяными пожарами. Для того чтобы начались пожары в лесах и на болотах нужно 3-4 недели ясной солнечной погоды.

Из всех известных видов пожаров наименьшую скорость имеют торфяные (от нескольких дециметров до нескольких метров за сутки). На их скорость не влияют ни ветер, ни другие суточные изменения погоды. Поэтому даже небольшое болото может дымить неделями (Рис. 1-2).



Рисунок 1. Горение торфяников



Рисунок 2. Задымленность территории при горении торфяников

Проблема загрязненности атмосферного воздуха с каждым годом становится острее. Если жилые массивы расположены рядом с лесом или торфяником, то возникает угроза задымленности территории и загрязнения атмосферного воздуха опасными продуктами неполного сгорания торфа во время пожара.

В связи с особенностями залегания пластов торфа [1] и недостаточного количества окислителя в их составе во время пожара полное сгорание торфа не происходит.

Основные составляющие части торфа представлены не гемицеллюлезой и целлюлозой, которые горят относительно легко, а соединениями ароматического, циклопарафинового и жирноароматического рядов и соединениями трехмерной полимерной структуры, которые загораются относительно медленно [2].

Обе указанные причины приводят к тому, что в продуктах горения торфа появляется значительное количество отравляющего угарного газа, твердых и жидких продуктов пиролиза. Последние суспензируются в газообразных продуктах горения и образуют едкий и опасный дым.

Для разработки эффективных мер по борьбе с задымленностью в результате лесных и торфяных пожаров необходимо разработать методику, которая бы позволяла прогнозировать уровень задымленности территорий и состав продуктов горения. На данное время в Украине такая методика отсутствует.

В результате проведенных исследований [3] установлено, что состав продуктов горения торфа зависит от его химического состава и удельной плотности. Химический состав торфа разный на разных месторождениях, а плотность зависит от глубины залегания торфа.

Это позволило нам разработать методику прогнозирования задымленности территорий во время горения торфа.

Суть методики состоит в экспериментальном определении количественных долей CO, NO<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub>, [4] которые выделяются при сгорании торфа с конкретного месторождения (для каждого месторождения эти данные являются уникальными). Потом зная плотность торфа, площадь торфяника, глубину залегания торфа конкретного месторождения и площадь пожара мы используя разработанную методику определяем объем и состав продуктов неполного сгорания торфа. Что в свою очередь содействует повышению эффективности по пожарно-спасательных подразделов во время ликвидации пожаров на торфяниках и защите населения от их последствий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мигаленко К.И., Ленартович Е.С., Семерак М.М., Мигаленко О.И. Распространение подземного пожара на торфяниках р. Тясмин // Пожарная безопасность: Сборник научных работ. - Львов: 2010. - №17. - С.138-142.
2. Краткая химическая энциклопедия, том 4. - М.: Советская энциклопедия, 1965. - 1182 с.
3. Елагин Г.И., Ленартович Е.С., Мигаленко К.И. Исследование продуктов сгорания образцов торфа Ирдынского месторождения Черкасской области // Вестник Черкасского Государственного Технологического Университета. - Черкассы: 2008 г. №2. - С. 134-137.
4. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. - Москва: ИПК издательство стандартов, 1989.

*Т. В. Маглевая, к. х. н., доц., В. В. Володина,  
Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины*

#### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОЭПИДЕМИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ, В ЗОНЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕАГЕНТА «АКВАТОН-10»**

Нарастающее загрязнение окружающей среды, увеличившиеся количество катастроф антропогенного характера, резко возросшая в последнее время опасность террористических актов различного характера, в том числе биотерроризма, определяют задачу экологического благополучия населения как одну из наиболее насущных и актуальных задач, стоящих перед государством и обществом. Особенно важна эта проблема в условиях географических особенностей нашей страны, социально-политических проблем последнего времени и глобальных тенденций, связанных с появлением новых инфекционных заболеваний. Только интенсивные усилия по предупреждению и профилактике могут предотвратить или минимизировать возможные человеческие и материальные потери от таких угроз [1].

Противоэпидемические мероприятия в зоне чрезвычайной ситуации и близлежащих районах должны быть направлены на нейтрализацию источников инфекции, разрыв путей и механизмов передачи возбудителей, повышение невосприимчивости жителей, снижение возможности развития тех или иных форм инфекционных заболеваний, ослабление действия на людей различных экстремальных факторов [1-2].

В зависимости от климатогеографических условий, времени года, вида аварии, катастрофы или стихийного бедствия среди населения можно ожидать распространения вирусного гепатита, брюшного тифа, дизентерии и других острых кишечных инфекций, а также природно-очаговых заболеваний (чумы, сибирской язвы, туляремии, лептоспироза и др.). Не исключена возможность возникновения и других заболеваний, для профилактики которых необходимы особые противоэпидемические мероприятия с использованием современных дезинфицирующих средств [3].

Согласно современным требованиям дезинфицирующие средства должны обладать широким спектром биоцидного действия и в то же время быть малоопасными для человека и среды его обитания. Кроме того, они должны хорошо совмещаться с различными материалами и, защищая от биоповреждений, не вызывать в то же самое время коррозионных повреждений [4].

Как на украинском так и на мировых рынках до настоящего времени преобладают традиционные биоцидные препараты: хлорактивные; кислородсодержащие; четвертичные аммонийные соединения, а также соединения, содержащие соли тяжелых металлов. Хлорактивные соединения хоть и подавляют большинство микроорганизмов, тем не менее недостаточно эффективны или совсем неэффективны относительно споровых форм (бацилл), вирусов, синегной палочки, цист простейших; кислородсодержащие соединения существенно менее активны. При этом большинство этих классов химических соединений весьма агрессивно и токсично, их использование представляет серьезную угрозу здоровью людей, небезопасно для окружающей среды, вызывает коррозию оборудования, повреждает и обесцвечивает материалы. Четвертичные аммониевые соединения активно подавляют разного рода бактерии, но не эффективны в отношении вирусов и не всегда безопасны для человека. Соли тяжелых металлов тоже являются весьма токсичными и экологически небезопасными: через пищевую цепь они легко попадают в организм человека и животных, вызывая серьезные последствия [5-7].

Одними из наиболее перспективных биоцидных препаратов последнего времени являются высокомолекулярные биоцидные препараты – полиалилленгуанидины (ПАГи). Широкий спектр биоцидного

действия ПАГов обусловлен наличием гуанидиновых группировок, являющихся активным началом некоторых природных и синтетических лекарственных средств и антибиотиков (сульгина, исмелина, фарингосепта, стрептомицина) [4]. Одними из наиболее изученных представителей ПАГов являются полигексаметиленгуанидин гидрохлорид (торговое название «Акватон - 10») и полигексаметиленгуанидин фосфат (торговое название «Гембар») производитель «Укрводбезпека» Украина г. Киев. Реагенты «Акватон-10» и «Гембар» неоднократно успешно использовались в условиях чрезвычайных ситуаций, не только в нашей стране, но и за рубежом [2-3]. Спектр их использования чрезвычайно широк: от оказания медицинской помощи населению, до поддержки санитарно-эпидемиологического режима, дезинфекции воды, посуды, протирания поверхностей. Опыт применения данных дезинфицирующих средств, для оказания помощи населению Индии, пострадавшему от землетрясения в штате Гуджарат показал, что используемые дезинфектанты являются высокоэффективными средствами борьбы и профилактики инфекционных болезней [3].

Мутагенного и канцерогенного действия у препаратов не обнаружено. По результатам исследований препараты отнесены к IV классу малоопасных соединений [1]. Большим достоинством этих реагентов является отсутствие летучести, хорошая растворимость в воде, отсутствие запаха, цвета, не агрессивность к различным материалам, биологическая разлагаемость и безопасность для окружающей среды. Исследуемые реагенты обладают широким спектром биоцидного действия: бактерицидным, вирулицидным, спороцидным, фунгицидным и альгицидным. Именно многофакторность воздействия полигуанидинов является одним из решающих факторов, который не позволяет микроорганизмам выработать стойкость (резистентность), а также проявляет отчетливое антимуtagenное действие относительно достаточно сильных индукторов мутагенеза [5-7].

Актуальной проблемой, в условиях чрезвычайных ситуаций, что сопровождаются выводом из строя системы водоснабжения, является обеспечение населения, медицинского персонала, контингента спасателей качественной питьевой водой в необходимом количестве, особенно если доставка привозной бутилированной воды ограничена. На наш взгляд решение данной проблемы возможно с использованием мобильных установок для очистки воды, которые могут быть доставлены в зону чрезвычайной ситуации любым транспортным средством. В качестве реагента для работы мобильной установки предложен, реагент комплексного действия «Акватон-10», который разрешен МОЗ Украины для использования в процессах подготовки питьевой воды и способен обеспечить высокую степень физико-химической очистки и обеззараживания воды, одновременно выполняя функции флокулянта и дезинфектанта.

В мобильной установке использован принцип пузырьково-пленочной экстракции, которая позволяет обеззаразить воду и удалить из воды загрязнения без накопления их в фильтрующих устройствах, что исключает опасность неконтролируемого сброса загрязнений в очищенную питьевую воду. Достигается эффект существенного снижения концентрации всех нежелательных примесей в воде без участия твердых адсорбентов и ультрафильтрационных мембран, имеющих ограниченный ресурс полезного действия и подлежащих периодической замене. Показано, что для потенциального потребителя питьевой воды появляется возможность с малыми затратами восстановить ее качество, не нарушая основного минерального состава, так как соли натрия, калия, кальция и магния из воды не удаляются.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Реагенты комплексного действия на основе гуанидиновых полимеров. - Вып.3. -К.: 2006.-45с.
2. Жартовский В. М. Опыт применения полимерного биоцидного реагента при чрезвычайных ситуациях./ В.М.Жартовский, Ю.В.Нижник, А.И.Баранова и др.// «ЭКВАТЭК- 2006»: Сб.докл. VII междунар.конгресса. В 2-х ч.- М.: Сибико Инт., 2006. – Ч.1. – С.538-539.
3. Матяш В. И. Отчет о применении дезинфицирующих средств «Гембар» и «Акватон» в экстремальных условиях работы мобильного госпиталя Министерства чрезвычайных ситуаций в Индии/ Вестник Ассоциации дезинфекционистов Украины.-2002.-№2.
4. Гембицкий П. О. Полимерный биоцидный препарат полигексаметиленгуанидин / П. О. Гембицкий., И. И. Воинцева– Запорожье “Полиграф”, 1998. – 44с.
5. Мариевский В. Ф. Методические и эколого-гигиенические аспекты анализа безопасности воды при использовании некоторых реагентов для ее обеззараживания / В.Ф. Мариевский, А.И. Баранова, Нижник Ю.В. и др. // Вода: химия и экология. — 2011. — № 4. — С. 58-65.
6. Марієвський В. Ф. Еколого-гігієнічні проблеми безпеки води при її знезаражуванні / В.Ф. Марієвський, Г.І. Баранова, Т.В. Стрикаленко та ін. // Збірка доповідей Міжнародного Конгресу «ЕТЕВК-2011». Ялта.- 2011.- С.124-128.
7. Нижник Т. Ю. Эффективность обеззараживания и очистки воды биоцидными полимерными реагентами / Т.Ю. Нижник, В.Ф. Мариевский, А.И. Баранова и др. // Вісник Одеської Державної Академії будівництва та архітектури. - 2005. – №19. – С. 53-58.

*Т. В. Маглеваная, к. х. н., доц., И. О. Ножко, адъюнкт, Л. А. Лукашенко,  
Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины,  
Е. Б. Андрианова, к. х. н., С. А. Бискулова, к. х. н.,  
«Бюро научно-технической экспертизы «АРТ-ЛАБ»*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ХИМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ С ФУРЬЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ**

Горение древесины — непрерывный многостадийный процесс, включающий аккумуляцию тепловой энергии от источника зажигания, термическое разложение материала (пиролиз) с выделением летучих продуктов и образованием твердого углеродистого остатка, воспламенение горючих летучих продуктов пиролиза, их горение, беспламенное горение угля.

Воспламенению древесины предшествует стадия термического разложения. В процессе нагревания из древесины выделяются газообразные продукты: низшие углеводороды, водород, оксид и диоксид углерода. Твердый остаток представляет собой в основном древесный уголь. Зажигание летучих горючих продуктов приводит к их воспламенению. Скорость реакций в газовой фазе на несколько порядков выше скорости реакции в конденсированной. Поэтому определяющую роль при горении древесины играет процесс газификации, который в свою очередь зависит от условий создания прогретого слоя [1].

Термическое разложение целлюлозы древесины весьма чувствительно к внешним условиям: скорости нагрева, составу окружающей среды и др. Принято считать, что процесс разложения выше 550К протекает в четыре стадии: первая представляет собой внутримолекулярную реакцию дегидратации целлюлозы; вторая включает разрыв связей С—О с развитием деполимеризации с образованием левоглюкозана; третья — разложение продуктов дегидратации с образованием угля и летучих органических продуктов; четвертая — образование оксида и диоксида углерода, воды и водорода. Особенность процесса горения заключается в том, что часть выделяющегося при горении тепла поступает на нагрев новых участков древесного материала. Если этой энергии достаточно для пиролиза и воспламенения, то при достаточности кислорода процесс получает цепное развитие. Горение древесных материалов является гомогенным и гетерогенным одновременно. При чисто гетерогенном горении процесс протекает на границе раздела фаз, когда к поверхности подводится достаточно окислителя, а продукты самостоятельно вступают в реакцию с кислородом воздуха, что приводит к гомогенному гетерофазному горению. В этом случае поверхность раздела между реагентами отсутствует. На процесс горения существенно влияет плотность древесины. При снижении плотности увеличивается пористость древесины и содержание в ней кислорода воздуха, в результате чего создаются предпосылки для тления (горения без пламени) [1-2].

Частицы дыма способствуют горению древесины. При интенсивном сажеобразовании излучательная способность пламени увеличивается в несколько раз, в результате возрастает обратный тепловой поток, приводящий к усилению теплопередачи на поверхность древесного материала [1]. Основными путями защиты древесины являются:

- снижение скорости термического разложения для уменьшения выхода горючих продуктов в газовую фазу;
- изменение состава продуктов термического разложения в сторону увеличения образования негорючих продуктов [1-2].

В последнее десятилетие в мире усилился интерес к изучению процессов химического модифицирования древесины. Основное направление этих исследований — поверхностное модифицирование древесины с целью улучшения таких свойств как прочность, повышение влагустойчивости, огнестойкости, устойчивости к действию древесиноразрушающих микроорганизмов [3-5]. Поверхностное модифицирование образцов или изделий из древесины обеспечивается неглубоким проникновением реагента (на 10-15 мм).

Наиболее перспективными составами, предназначенными для модифицирования древесины и повышения огнестойкости, являются соли ортофосфорной и полифосфорной кислот, которые создают в поверхностном слое горящего материала непроницаемую для кислорода пленку, а также меняют соотношение  $CO/CO_2$  в направлении ингибирования прямого окисления углерода в  $CO_2$ , снижая в значительной мере экзотермический эффект процесса [2].

В процессе термического разложения древесины, основной задачей является не допустить пламенного горения продуктов разложения. Это достигается либо разбавлением горючих газообразных соединений негорючими газами для снижения концентрации горючих веществ в зоне возможного горения, либо уменьшением поверхности газификации путем покрытия древесины тонкой газонепроницаемой пленкой (расплавом солей). Известно, что под влиянием введенных солей ортофосфорной кислоты в целлюлозосодержащие материалы меняется механизм их термораспада, при этом наблюдается увеличение выходов угля и воды при меньшем выделении летучих продуктов распада, в том числе горючих (оксида углерода, левоглюкозана и др.) [2]. Антипиренный эффект ортофосфорной кислоты, по отношению к целлюлозосодержащим материалам, обусловлен в основном, резким изменением механизма термических превращений углеводной части комплекса, которая катализирует реакцию дегидратации целлюлозы.

Методом инфракрасной спектроскопии с Фурье преобразованием показано, что взаимодействие лигнина с солями полигексаметиленгуанидина ортофосфорной кислоты выражается в развитии внутризвневой дегидратации с участием  $\gamma$ -гидроксильной группы и межмолекулярной дегидратации с образованием эфирной алкил-алкильной связи с участием  $\alpha$ -гидроксильной группы. Таким образом, в присутствии ортофосфорной кислоты активизируются реакции диметоксилирования лигнинных структур.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Корольченко А. Я. Огнезащита древесины. Современные подходы. /А. Я. Корольченко, Е. А. Петрова // Рос. хим. ж. – 2003. – № 4 (27) – С. 88–99.
2. Корольченко А. Я. Процессы горения и взрыва /А. Я. Корольченко/ М.: Пожнаука, 2007. - 266 с.
3. Базарнова Н. Г. Химическое модифицирование древесины / Н. Г. Базарнова, И. Б. Катраков, В. И. Маркин // Рос. хим. ж. – 2004. – № 1 (38). – С. 108–115.
4. Шамаев В. А. Модифицирование древесины: Монография / В. А. Шамаев, Н. С. Никулина, И. Н. Медведев // – М. : ФЛИНТА, 2013. –448 с.
5. Семенова И. Г. Фитопатология. Дереворазрушающие грибы, гнили и патологические окраски древесины / И. Г. Семенова. – М. : МГУЛ, 2008. –72 с.

*І. Г. Маладика, к. т. н., доц., І. М. Шкарабура,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ОБСТЕЖЕНЬ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ ПІСЛЯ ПОЖЕЖІ

Під час експлуатації будівель та споруд виникають непередбачені впливи на сталеві конструкції, до яких можна віднести і високотемпературні впливи, які виникають під час пожежі. Після таких впливів конструкції зазнають пошкоджень, які необхідно враховувати при подальшій експлуатації сталевих конструкцій та будівель в цілому.

Для вирішення поставленої задачі відновлення сталевих конструкцій після пожежі необхідно провести комплекс робіт, який повинен містити:

- аналіз наявної проектної, виконавчої й експлуатаційної документації;
- попередній огляд об'єкта обстеження;
- встановлення наявності засобів захисту конструкцій будівлі від пожежі, а також ефективність застосованих засобів захисту в конкретному випадку виникнення та розвитку пожежі;
- візуальне обстеження будівельних конструкцій будівлі, які залишилися після пожежі, оцінку їхнього технічного стану за візуальними ознаками;
- визначення конструкцій, які необхідно дослідити інструментальними методами;
- інструментальне обстеження будівельних конструкцій (вимірювання геометричних параметрів будівлі та конструктивних елементів, визначення фізико-механічних характеристик матеріалів конструкцій, які зазнали пошкоджень після пожежі);
- аналіз результатів візуального й інструментального обстеження вище визначених будівельних конструкцій;
- виконання перевірочних розрахунків;
- підготовки висновку про технічний стан будівельних конструкцій будівлі та можливість подальшої експлуатації;
- розроблення технічної документації на підсилення конструкцій, які зазнали пошкоджень після пожежі з розробкою заходів протипожежного захисту.

Розвиток пожежі призводить до нерівномірного нагрівання та руйнування несучих конструкцій, стінового огороження, інженерного обладнання, складованих матеріалів. У зв'язку з цим в ході обстеження необхідно отримати також відомості про пожежу, які необхідні для подальшого детального обстеження конструкцій:

- час виявлення пожежі, початку інтенсивного горіння;
- місце виникнення пожежі (осередок займання) та тривалість інтенсивного горіння під час пожежі;
- застосовані засоби гасіння пожежі під час її ліквідації;
- максимальну температуру середовища під час пожежі.

Під час проведення обстеження необхідно виконати обмірювальні роботи, а також візуальний огляд та інструментальний вимір конструкцій, які залишилися після пожежі, в натурі із застосуванням сучасних засобів досліджень [1]. Обстеження, необхідні розрахунки, оцінку технічного стану конструкцій і підготування висновку про технічний стан конструкцій необхідно виконати відповідно до основних положень чинних нормативних документів [1-6]. При проведенні інструментальних досліджень необхідно застосовувати

стрічкові рулетки, штангенциркуль, а також сучасні засоби вимірювань, в т.ч. і засоби неруйнівного визначення фізико-механічних характеристик матеріалів конструкцій.

Кліматичні навантаження на конструкції необхідно приймати згідно вимог чинного ДБН В. 1.2-2:2006 [2]. Для регіону, де знаходиться об'єкт, необхідно прийняти відповідні характеристичні значень навантажень і впливів:

- товщину стінки ожеледі;
- вітрове навантаження;
- вітрове навантаження при ожеледі;
- вагу снігового покриву.

У відповідності до таблиці 1 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [3] необхідно визначити кліматичний пояс, де розташовано будівлю, а також кліматичні характеристики району будівництва (середню температуру повітря за січень, середню температуру повітря за липень, абсолютний мінімум, абсолютний максимум, кількість опадів за рік, відносна вологість у липні, середня швидкість вітру в січні).

Розрахунок конструкцій, а також проектування підсилення пошкоджених конструкцій або їхню заміну, необхідно виконувати у відповідності з вимогами чинних нормативних документів: ДБН В. 1.2-2:2006 [2], ДБН В.2.6-198:2014 [4], ДБН В.1.2-14-2009 [5], ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 [6].

Коефіцієнт надійності за відповідальністю  $\gamma_n$  при розрахунку конструкцій необхідно приймати в залежності від класу наслідків (відповідальності) об'єкта й категорії відповідальності конструкцій по таблиці 5 ДБН В. 1.2-14-2009 [5].

Розрахункову схему несучих конструкцій і будівлі в цілому, а також розрахунки конструкцій, необхідно приймати у вигляді моделей, які з найбільшою достовірністю відповідають реальній конструкції (плоска рама, просторова система, система «будівля-фундамент-основа» тощо) із застосуванням сучасних розрахункових комплексів на основі методу скінчених елементів (ЛІРА, SCAD тощо). При цьому, навантаження від вітрового тиску та власної ваги конструкцій необхідно прикладати таким чином, щоб вони відповідали фактичному та найбільш несприятливому, впливу на конструкції. Навантаження від ваги технологічного обладнання, як правило, необхідно прикладати у вигляді зосереджених сил у місцях встановлення обладнання.

За результатами виконаних розрахунків необхідно визначити максимальні зусилля в елементах розрахункової схеми з подальшим використанням отриманих результатів для перевірочних розрахунків. Результати перевірочних розрахунків повинні підтвердити можливість подальшої експлуатації конструкцій.

За результатами виконаних обстежень і розрахунків будівельних конструкцій будівлі, які отримали пошкодження внаслідок пожежі, необхідно зробити наступні висновки.

1. Встановити причину появи дефектів та пошкоджень в будівельних конструкціях, а також можливість зменшення впливу високих температур, що виникають при пожежі, на подальшу експлуатацію конструкцій будівлі:

- наявність ефективних засобів захисту конструкцій будівлі від пожежі, що може бути основною причиною появи пошкоджень будівельних конструкцій внаслідок пожежі (при відсутності або не ефективності таких);
- аналіз застосованих конструктивних елементів і конструктивної системи будівлі в цілому, розробка розрахункової схеми окремих конструкцій або будівлі в цілому, а також результатів розрахунку на постійні, змінні та епізодичні навантаження у відповідності з вимогами ДБН В.1.2-2:2006 [2], ДБН В.2.6-198:2014 [4] та ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 [6];
- ступінь впливу нерівномірного нагрівання конструкцій до високих температур, що виникає внаслідок пожежі, на основі результатів проведених розрахунків і обстеження конструкцій;
- ступінь впливу різкого охолодження конструкцій, що знаходились в зоні пожежі, під час гасіння.

2. Відповідно до вимог чинного нормативного документу [1] за результатами обстежень і розрахунків конструкцій необхідно визначити технічний стан конструкцій. Враховуючи, що внаслідок пожежі можливе порушення цілісності будівлі, для можливості подальшої експлуатації необхідно розробити проект і виконати підсилення. Розробку проекту підсилення необхідно виконувати з урахуванням (за необхідності) подальшої добудови будівлі.

#### ВИСНОВКИ

1. У ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 [6] наведено настанови щодо розрахунку та прийняття заходів для забезпечення вогнестійкості конструкцій, але не наведено вимог щодо визначення технічного стану сталевих конструкцій будівель та споруд і необхідності його регулювання після впливу високих температур при пожежі.

2. У зв'язку з цим необхідно розробити методи оцінки технічного стану та можливості його регулювання для подальшої експлуатації конструкцій будівель та споруд після силових і високотемпературних впливів шляхом ремонту, підсилення або заміни.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б В.2.6-210:2016. Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються. – Прийнято та надано чинності: наказ Мінрегіону України від 24.04.2016 р. № 99, чинний з 01.01.2017 р. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 53 с.

2. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування / Мінбуд України. – К.: Мінбуд України, 2006. – 60 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія / Мінрегіонбуд України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 112 с.
4. ДБН В.2.6-198:2014. Державні будівельні норми України. Сталеві конструкції. Норми проектування / Мінрегіон України. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 199 с.
5. ДБН В.1.2-14-2009. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 32 с.
6. ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016. Проектування сталевих конструкцій. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість. – Прийнято та надано чинності: наказ Мінрегіону України від 14.06.2016 року № 155. Набрання чинності з 01.04.2017 р. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 147 с.

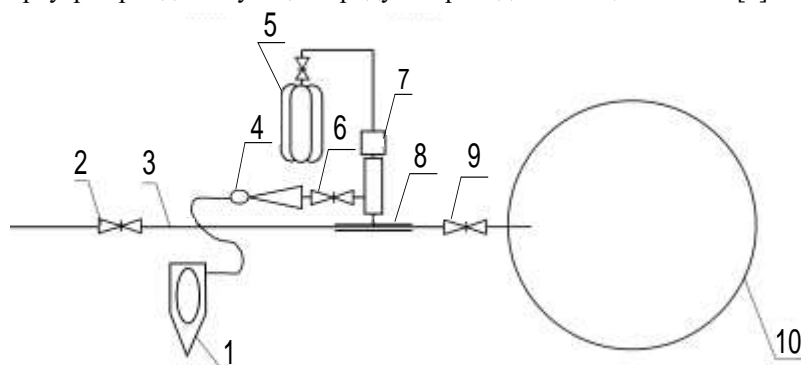
*С. М. Малашенко, Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь,  
О. О. Смилоненко, к. т. н., доцент, Государственное учреждение образования  
«Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь»*

### **МИНИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА В РЕЗЕРВУАРЕ ПОДСЛОЙНЫМ СПОСОБОМ**

Экологическая безопасность является неотъемлемой составляющей национальной безопасности каждого государства и международной безопасности в целом. В то же время, нефтеперерабатывающие предприятия являются мощными источниками загрязнений окружающей среды при пожарах на нефтебазах и нефтепроводах.

Анализ ситуации, складывающейся при тушении пожаров в резервуарах штатными средствами и способами, показывает необходимость использования новых систем тушения пожаров, обладающих высокой огнетушащей эффективностью и меньшим риском для персонала, занятого в тушении. Альтернативным решением является применение подслояного способа тушения пожара, при котором низкократная пена подается по трубопроводу в нижнюю часть резервуара непосредственно в слой горючего. Системы подслояного тушения гарантируют значительную безопасность персонала, поскольку тушение производится с минимальным количеством операций, требующих выполнения в непосредственной близости от огня.

На рисунке 1 приведена принципиальная схема реализации метода подачи воздушно-механической огнетушащей пены в резервуар через действующий продуктопровод с помощью УОВИ [2].



**1 – пожарный аварийно-спасательный автомобиль; 2, 6, 9– шаровый кран (задвижка); 3 – действующий продуктопровод; 4 – высоконапорный генератор пены;  
5 – источник сжатого воздуха; 7 – устройство врезки; 8 – бандаж; 10 – резервуар**  
**Рисунок 1 – Принципиальная схема реализации способа подачи воздушно-механической огнетушащей пены в резервуар через действующий продуктопровод**

Апробация метода подслояного тушения с использованием оперативной врезки в технологический трубопровод резервуара с нефтепродуктом проведена на резервуаре РВС-2000, расположенном на территории полигона ПАСО-1 на объектах ОАО «Нафтан» и Новополоцкой ТЭЦ. При подаче раствора пенообразователя в течение 60 секунд в резервуаре наблюдался процесс выхода воздушно-механической пены в резервуар. Отбор проб воздушно-механической пены показал, что ее кратность находится в диапазоне от 4 до 6.



Время прохождения пены через трубопровод, резервуар и по поверхности жидкости зависит от многих факторов, часть из которых является управляемыми, а часть – независимыми. Следует отметить, что и независимые, и ранее упомянутые управляемые параметры не являются детерминированными, а изменяются случайным образом в определенных пределах в процессе тушения пожара.

На основе анализа факторов, влияющих на процесс подслоного тушения, определены границы дрейфа параметров и сформировано пространство параметров (таблица 1).

Таблица 1 – Границы изменений параметров при тушении пожара в резервуаре

№ п/п	Параметр	Обозначение, единицы	Границы изменений
1	Плотность пены	$\rho_f$ , кг/м <sup>3</sup>	0,2...0,5
2	Толщина слоя пены	$h$ , м	0,03...0,08
3	Коэффициент разрушения пены	$a$	0,03...0,049
4	Расход раствора	$Q$ , л/с	12,0...22,0
5	Скорость растекания	$V_p$ , мм/с	100...200
6	Плотность нефтепродукта	$\rho_n$ , кг/м <sup>3</sup>	0,76...0,82
7	Гидравлическое сопротивление	$C_x$	1,2...1,5
8	Диаметр пузыря	$D$ , мм	100...400
9	Высота нефтепродукта	$H$ , м	11,0...11,5

При использовании установки подслоного тушения УОВИ пена производится генератором пены и поступает в технологический трубопровод.

Таким образом, суммируя время движения огнетушащей пены на всех трех этапах – движение по трубопроводу от места врезки до резервуара, время подъема в резервуаре и время растекания по поверхности нефтепродукта – получим полное время тушения.

Моделирование в полном пространстве параметров проведено путем зондирования пространства пробными точками [4]. Для заполнения девятимерного пространства параметров выбрано 2048 зондирующих точек, каждая из которых описывает состояние системы по девяти параметрам и трем критериям. Критерии являются взаимно независимыми величинами, однако в математические выражения для критериев входят одни и те же параметры. Для каждой точки (сочетания параметров) рассчитаны значения критериев. Диапазоны значений для каждого критерия приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Разброс значений критериев

Критерий	Минимальное значение, с	Максимальное значение, с
Время движения пены по трубопроводу	0,57	2,55
Время подъема пены в резервуаре	5,7	25,0
Время растекания пены по поверхности нефтепродукта	9,7	239,0

Чтобы обеспечить наибольшую эффективность тушения необходимо минимизировать время. Это сделано путем введения ограничений на критерии и решения обратной задачи (определения оптимальных режимов тушения) в ограниченном пространстве критериев. Исходя из полученных при

моделировании значений критериев, на них наложены ограничения:

- время движения пены в трубопроводе – до 2 секунд;
- время подъема пены в резервуаре – до 15 секунд;
- время растекания пены по поверхности – до 55 секунд.

Решена обратная задача – выбраны такие значения параметров, при которых будут выполнены требования ко всем критериям одновременно. Вычислительным экспериментом установлено, что необходимо поддерживать значения управляемых параметров следующими: плотность пены – 237,8 кг/м<sup>3</sup>, то есть кратность 4,2 (допуск на параметр 3,7...4,6); расход пены 20,18 л/с (допуск на параметр 18,5...21,3 л/с); оптимальная толщина слоя пены на поверхности нефтепродукта для полного прекращения горения 54 мм (допуск на параметр 41...62 мм).

Данные значения параметров обеспечивают минимальное время тушения с вероятностью 99,9 % при учете разброса остальных параметров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Устройство оперативной врезки интегрированное: полезная модель 8559 Республика Беларусь: МПК 7 А 62С 31/00 / В.К. Емельянов, В.М. Карач, О.В. Черневич, О.Д. Навроцкий, С.М. Малашенко; дата публ.: 23.11.2011.

2. Малашенко, С.М. Устройство врезки в продуктопровод для подачи воздушно-механической огнетушащей пены в горящий резервуар / С.М. Малашенко, О.О. Смиловенко, В.К. Емельянов, О.В. Черневич // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2012. – № 2 (32). – С. 148–156.

3. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов / А.Ф. Шараварников [и др.]. – М. : Издательство Пожнаука, 2005. – 448 с.

4. Малашенко, С.М. Математическая модель движения пены при подслоном тушении нефтепродуктов / С.М. Малашенко, О.О. Смиловенко // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации : сб. тр. XII междунар. науч.-техн. конф., Курск, 19-20 марта 2015 г. / Юго-Западный государственный университет ; редкол.: С.Г. Емельянов [и др.]. – Курск, 2015. – С. 27-31.

*О. А. Мельниченко, д. держ. упр., проф., профессор кафедры публічного адміністрування у сфері цивільного захисту, Національний університет цивільного захисту України*

## **ОСОБЛИВОСТІ ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДЕЙ З ПАЛАЮЧИХ БУДІВЕЛЬ**

Розвиток суспільства супроводжується зміною умов життєдіяльності населення, а відтак – вимог до забезпечення їхньої пожежної безпеки – "стану захищеності господарюючих суб'єктів і природного середовища від наявних загроз виникнення та розвитку пожеж" [12, с. 177]. Означене обумовлено: розширенням можливостей щодо профілактики та локалізації пожеж, а також ліквідування їх наслідків; покращанням умов проживання, а з тим – підвищенням розміру ймовірної шкоди у разі виникнення пожежі: "зміна прямих збитків від пожеж безпосередньо залежить від ВВП у розрахунку на одну особу, заробітної плати та інвестицій в основний капітал; кількість загиблих і травмованих людей внаслідок пожеж обернено залежна від обсягу ВВП у розрахунку на особу та середньомісячної заробітної плати" [11, с. 298]; збереженням ситуації, за якої "основна кількість пожеж – це пожежі у будівлях і спорудах житлового (63 %) та нежитлового (10 %) призначення" [13], тобто в місцях масового перебування людей; усвідомленням, що "головна задача при виникненні пожежі – своєчасна та безперешкодна евакуація людей" [2; 8]; "захист людей на шляхах евакуації від дій небезпечних чинників пожежі" [2]; збереженням значної кількості житлових і нежитлових будівель з високим рівнем пожежної безпеки (зі значною кількістю дерев'яних конструкцій, легкозаймистих матеріалів), а також незабезпеченістю необхідною кількістю первинних засобів пожежогасіння; збільшенням кількості будівель підвищеної поверховості й висотних будівель, які "стають "візитівками" економічно розвинених країн світу й являють собою поєднання вдалих архітектурних рішень й сучасних систем життєзабезпечення населення, а також місцем комплексного розміщення бізнес-центрів, супермаркетів зі складами продукції, житлових приміщень тощо" [7, с. 162]. Пожежі у висотних будівлях несуть небезпеку, оскільки "створюють великі складнощі зі забезпеченням евакуації й проведенням рятувальних робіт через швидкий розвиток по вертикалі. Упродовж декількох хвилин будівля може бути повністю задимленою, що робить неможливим знаходження в ній людей без засобів захисту органів дихання. Найшвидше проходить задимлення верхніх поверхів, додаткові складності додає можливий вихід із ладу ліфтового обладнання та систем протипожежного захисту. Пожежі у висотних будівлях часто призводять до численних людських жертв і викликають широкий резонанс у суспільстві" [14, с. 70] тощо. У більшості випадків загибель людей на пожежах обумовлена тим, що вони "не встигають покинути будівлю до настання критичних значень небезпечних чинників пожежі на шляхах евакуації" [4]. Додаткову загрозу становлять паніка та хаос. Відтак, тиснява при евакуації з місця пожежі може спричинити травмування та загибель людей. Проте "частіше за все, летальний наслідок у постраждалих настає від отруєння продуктами горіння" [15]. Отож, негативна динаміка загиблих і постраждалих на пожежах, а також збільшення кількості місць масового перебування людей, що змушує шукати нові методи та засоби для їх спасіння, а з тим і обумовлює актуальність даного дослідження.

Рятування людей здійснюється за допомогою різних засобів і способів, але більшість з них є недостатньо результативними, що обумовлено таким: недостатньою забезпеченістю пожежно-рятувальних підрозділів спеціальною технікою (наявні "біля 350 автодрабин та автопідйомників, тоді як необхідно їх більше 500), понад 80 % з яких уже відпрацювала встановлені терміни й підлягає списанню; тривалий час розгортання (часто понад 5 хв.); обмежена висота підйому (переважна більшість драбин має довжину до 30 м); недостатня маневреність" [9, с. 73]; "спасіння однієї людини займає доволі велику кількість часу й потребує допомоги рятувальників; потрібен високий рівень спеціальної підготовки рятувальників" [8, с. 62]. Проведені узагальнення публікацій за даною проблематикою та результати власних досліджень дозволили виокремити:

а) правила, якими необхідно керуватися при порятунку людей: "виводити постраждалих незалежно від ступеня задимлення (загазованості) приміщення або шляхів евакуації тільки в супроводі рятувальника; які шляхи евакуації в першу чергу використати внутрішні й маршові сходи; спуск людей по зовнішніх сходах виконувати зі страховкою рятувальною мотузкою" [6, с. 139];

б) класифікацію засобів аварійної евакуації людей: *індивідуальні засоби* (мотузки, троси, канати й спеціальні спускові пристрої, евакуаційні стільці, парашути); *колективні засоби*: мобільні (авто драбини, колінчаті та автопідйомники, рятувальні трапи, ручні пожежні драбини, еластичні рукави, полотнища, пневматичні

амортизаційні подушки); стаціонарні (незадимлювані пожежні драбини, ліфти, коридори на поверхах, пожежні драбини, навісні ліфти та інші спеціальні конструкції);

в) перелік сучасних підходів до евакуації людей з палаючих будівель: "створення зон безпеки двох типів: на поверхах будівлі і на території поза зоною можливого обвалення будівлі" [3]; "розділення поверху на дві протипожежні зони протипожежною перешкодою, забезпечення не менше двох шляхів для переходу з однієї частини поверху в іншу через дверні отвори у протипожежній стіні, розташування ліфтів в двох групах, поодиночці з кожної сторони протипожежної перешкоди" [5, с. 32]; "проведення навчань, які дадуть можливість навчити персонал об'єкту умінню ідентифікувати подію на початковому рівні, відпрацювати дії кожного суб'єкта пожежі при виявленні задимлення чи займання" [7, с. 38]; "укомплектування саморятувальниками спеціального призначення будівель і приміщень постійного проживання й цілодобового (тимчасового) перебування людей (готелі, гуртожитки, спальні корпуси санаторіїв і домів відпочинку), а також для забезпечення об'єктових пунктів пожежогасіння й постів безпеки будівель" [10, с. 285]; "розбиття будівлі на протипожежні відсіки з розміщенням в них засобів евакуації, що дозволяють здійснити повну евакуацію людей на крайні поверхи відсіків за допустимий час, а також дотримуватись науково обґрунтованих нормативів засобів (кількість драбин, коридорів на поверхах, їх розміри й місце розташування) та планів евакуації людей по шляхам евакуації, а у випадках, коли такі шляхи перекриті – засоби аварійної експлуатації у межах протипожежних відсіків" [1, с. 57]; "використання для спасіння людей з висоти евакуаційних ліфтів, еластичних рятувальних рукавів додаткових незадимлюваних сходів і майданчиків, пневматичних амортизаційних подушок (зокрема, виробництва компаній "Самоспас" та "Vetter") й інших засобів евакуації.

З урахуванням вищевикладеного матеріалу можна зробити такі **висновки**. Визначено чинники, що обумовлюють зміни умов життєдіяльності населення, а відтак – вимог до забезпечення їхньої пожежної безпеки. Виокремлено: правила, якими необхідно керуватися при порятунку людей; класифікацію засобів аварійної евакуації людей; перелік сучасних підходів до евакуації людей з палаючих будівель. Подальші наукові розвідки мають бути зосереджені на розробці рекомендацій з удосконалення підходів до евакуації людей з палаючих будівель.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Данилин А. Н., Коссе В. В., Коссе А. Г. Постановка задачи поиска рациональных планов эвакуации при чрезвычайных ситуациях из высотных зданий // Проблемы пожарной безопасности. 2015. № 37. С. 56–61.
2. ДБН В.1.1-7-2002: Пожежна безпека об'єктів будівництва. Захист від пожежі.
3. ДБН В.2.2-17:2006: Будинки і споруди. Доступність будинків і споруд для маломобільних груп населення.
4. ДСТУ БВ.1.1-4-1998: Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробування на вогнестійкість. Загальні вимоги.
5. Іванченко І. М. Проблеми евакуації немобільних людей під час пожежі в будівлях з їх масовим перебування // Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. мол. уч. Харків: Вид-во НУЦЗУ, 2016. С. 32.
6. Кравець О. О. Гасіння пожеж та аварійно-рятувальні роботи // Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. мол. уч. Харків: Вид-во НУЦЗУ, 2016. С. 139.
7. Куц К. В. Пожежна безпека в торгівельно-розважальних центрах // Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. мол. уч. Харків: Вид-во НУЦЗУ, 2016. С. 38.
8. Лисняк А. А., Белоус С. С., Тимеева М. В. Использование современных способов спасения людей на пожаре // Вестник Кокшетауского технического института МЧС Республики Казахстан. Кокшетау: Изд-во КТИ МЧС РК, 2013. № 4. С. 61–64.
9. Луц В. И., Сычевский М. И., Наливайко М. А. Анализ эффективности средств спасения людей с высоты // Вестник Кокшетауского технического института МЧС Республики Казахстан. Кокшетау: Изд-во КТИ МЧС РК, 2014. № 2. С. 71–76.
10. Мамаев В. В., Плетенецкий Р. С., Кибальний А. В. Проблема регламентации оснащения изолирующими средствами защиты органов дыхания зданий и сооружений с массовым пребыванием людей // Надзвичайні ситуації: безпека та захист: матеріали всеукр. наук.-практ. конф. за міжнар. уч., 9–10 жовтня 2015 р. Черкаси: Вид-во ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗУ, 2015. С. 283–286.
11. Мартин О. М. Пожежна безпека – складова національної безпеки: її суть та зв'язок з економічною безпекою // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2013. № 23.1. С. 291–300.
12. Мельниченко О. А. Пожежна безпека як об'єкт державного управління // Державне управління та місцеве самоврядування: зб. наук. пр. Дніпропетровськ: Вид-во ДРІДУ НАДУ, 2014. № 3. С. 171–181.
13. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні. URL: <http://www.mns.gov.ua>.
14. Скларов Н. А. Проблемные аспекты производства спасательных работ и пожаротушения в высотных зданиях // Вестник Кокшетауского технического института МЧС Республики Казахстан. Кокшетау: Изд-во КТИ МЧС РК, 2012. № 4. С. 69–72.
15. Тудос А. Самоспасатели // Охрана труда и социальное страхование. 2000. № 6. С. 39–43.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТЕН МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

**Научное или/и практическое обоснование** Данная работа является первой из двух, основной целью которых является определение зависимости значений предела огнестойкости несущих стен от дисперсии температур на их обогревательных поверхностях как научной основы для повышения эффективности оценки результатов таких испытаний. В ней мы решили теплотехническую задачу по определению несущей способности железобетонной стены в условиях пожара.

**Методы** Для исследования влияния дисперсии температур по поверхности несущих стен на их предел огнестойкости по предельному состоянию потери несущей способности была рассмотрена железобетонная стена, которая представлена на рис. 1.

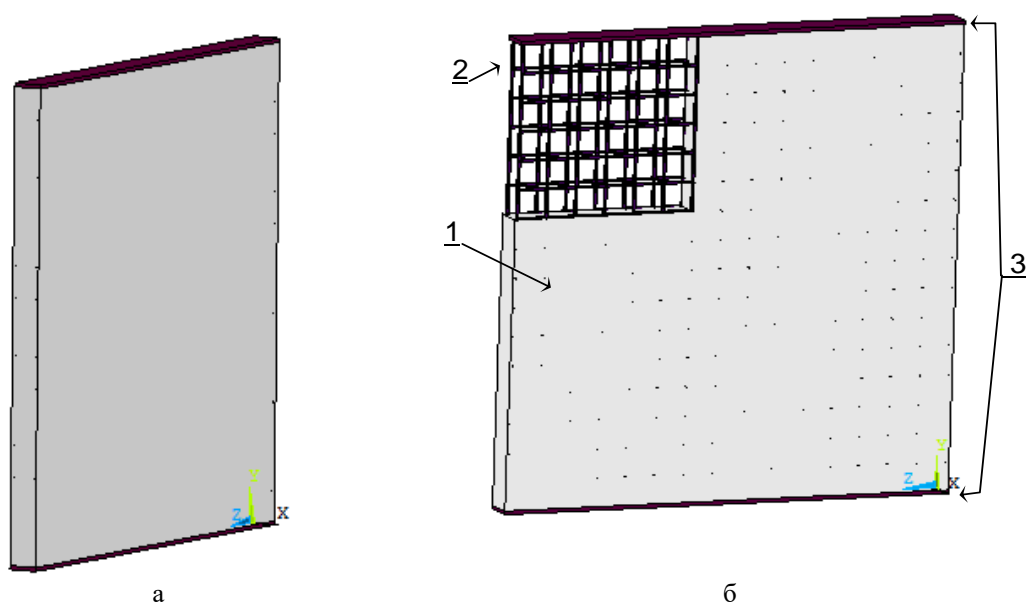


Рисунок 1 - Схема расчетной области железобетонной несущей стены для проведения расчета предела огнестойкости (а - общий вид, который используют для вычислительного эксперимента, б - схема армирования) 1 – бетон, 2 - рабочий арматурный каркас:  $d = 16$  мм, 3 - траверсы нагрузочной рамы.

**Результаты.** После решения теплотехнической задачи нами были получены температурные распределения в железобетонной стене, которые представлены в работе [1]. Данные, в результате теплотехнического расчета получены при приложении температур на сеточную модель при проведении линейной интерполяции. Это объясняет то, что картина поверхностного распределения необогреваемой стороны несколько отличается от исходных распределений.

Полученные данные будут использованы для решения прочностных задачи по определению несущей способности железобетонной стены в условиях пожара и определена зависимость значений предела огнестойкости несущих стен от дисперсии температур на их обогревательных поверхностях.

### Основные выводы

В данной работе мы решили теплотехническую задачу по определению несущей способности железобетонной стены в условиях пожара. Это необходимо для продолжения исследований по определению зависимости значения предела огнестойкости несущих стен от дисперсии температур на их обогреваемых поверхностях как научной основы для повышения эффективности оценки результатов таких испытаний. Следующим этапом является решение прочностные задачи по определению несущей способности железобетонной стены в условиях пожара. Результаты расчетов и выводы будут опубликованы в отдельной работе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование влияния дисперсии температур по обогревательные поверхности несущих стен на значение их предела огнестойкости. Часть I. / Сидней С. А., Нуянзин А. М., Некора О.В., [и др.] // Пожарная безопасность: теория и практика: сб. науч. работ. - Черкассы: АПБ, 2015 - № 21. - С. 91 - 100.

## МОДЕЛЮВАННЯ ФАКЕЛУ ПОЛУМ'Я ПРИ ПОЖЕЖІ У ФЕРМЕНТАТОРІ

**Вступ.** Ферментатор представляє собою вертикальну ємність з негорючих матеріалів, подібну до цистерн зберігання нафтопродуктів. Загальна висота ферментатора 9 м: 6 м циліндр та 3 м купол даху. Діаметр основи – 18 м. Всередині знаходиться рослинно-рідинна суміш в основі якої цукровий буряк. Рівень суміші близько 5 м. Внаслідок бродіння виділяється біогаз, який постійно відбирається за допомогою системи трубопроводів так, щоб підтримувати надлишок тиску всередині +0,5 кПа до атмосферного. Дах конструкції плаваючий.

**Постановка задачі.** У даху ферментатора утворився отвір діаметром 1000 мм. Біогаз всередині ферментатора починає виходити у атмосферу і одночасно загорається. Дах конструкції плаваючий, тому тиск всередині прийнято незмінним протягом часу пожежі.

**Виклад основного матеріалу.** Розрахунок проводився за допомогою програмного комплексу FlowVision 2.5. Були змодельовані реальні розміри ферментатора. Для розрахунку використано закладений у програмний комплекс метод кінцевих елементів. Було задано 98322 комірок для врахування швидкоплинності реакції горіння.

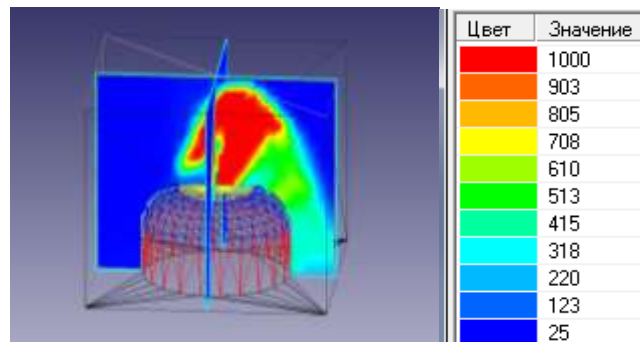
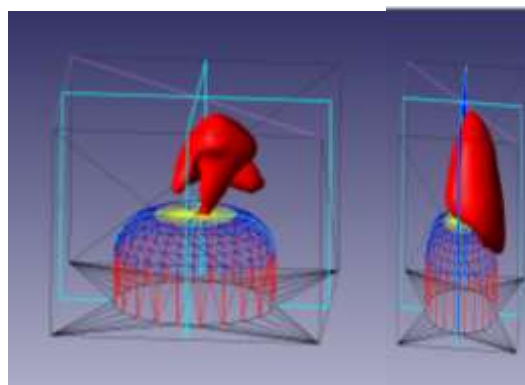


Рис. 1. Факел полум'я.



Ізоповерхня 1000°C

Ізоповерхня 500°C

Рис. 2. Графічне зображення ізоповерхень факелу полум'я.

Площа поверхні коливається з часом від 0 на початку горіння, через 10 секунд набирає найбільшого значення близько 188,4 м<sup>2</sup>, і тримається. Момент загасання не моделювали.

Опираємось на площу 188,4 м<sup>2</sup>. Визначали за допомогою програмного комплексу FlowVision 2.5. Температура факелу зображена на рисунках. Середнє значення температури: 1134,462 °С.

За законом Стефана-Больцмана:

$$q_{\phi,\omega} = \varepsilon_{\phi,\omega} C_0 \left( \left( \frac{T_{\phi}}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_{\omega}}{100} \right)^4 \right) \psi_{\phi,\omega}$$

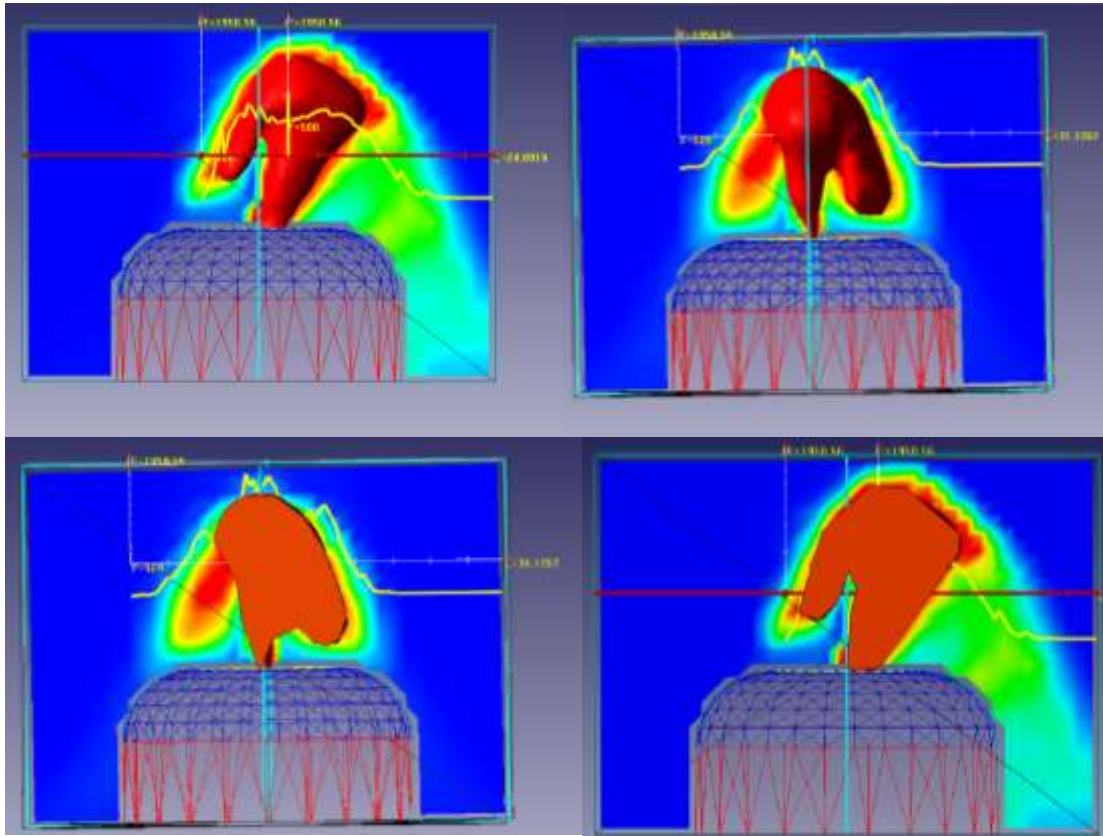
Ігноруємо температуру поверхні і її форму, отримуємо:

$$q_{\phi,\omega} = \varepsilon_{\phi,\omega} C_0 \left( \left( \frac{T_{\phi}}{100} \right)^4 \right)$$

Найжорсткіші умови:  $\varepsilon_{\phi, \omega} = 1$ .

$$q_{\phi, \omega} = 5,67 * \left( \left( \frac{1134,462}{100} \right)^4 \right) = 93916,71 \quad (\text{Вт/м}^2)$$

$$Q = q_{\phi, \omega} * S_{\phi} = 93916,71 * 188,4 = 17693908,164 \text{ Вт}$$



*Рис. 3. Розрахунок площі полум'я і температури для визначення теплового потоку.*

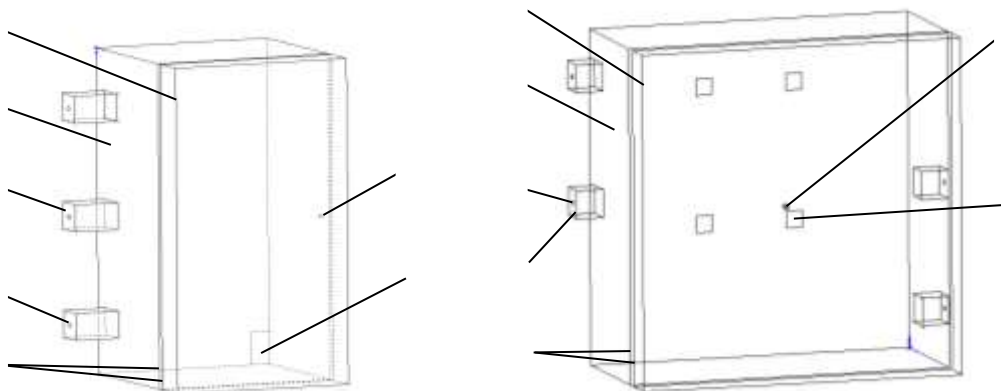
**Висновок.** Показано результати чисельного моделювання з розрахунку параметрів факелу полум'я при пожежі на даху ферментатора (отвір діаметром 1000 мм). Розраховано максимальну площу, середню температуру та тепловий потік від факелу полум'я, що може бути використаний для розрахунку відстані між ферментатором та сусідніми будівлями.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробування на вогнестійкість. Загальні вимоги (ISO 834:1975): ДСТУ Б В.1.1-4-98. – [Чинний від 1998-10-28]. - К.: Укрархбудинформ, 1999. – 21с. – (Державний стандарт України).
2. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. ДБН В.1.1-7-2002. - [Чинний від 2003-05-01]. - К.: Держпожбезпека, 2003. – 87с. – (Державні будівельні норми).

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДИЗАЙНУ КАМЕР ВОГНЕВИХ ПЕЧЕЙ НА АДЕКВАТНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАНЬ СТІН НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ

У роботі було розглянуто 2 конфігурації вогневих печей для випробувань на вогнестійкість несучих стін реально існуючих в Україні лабораторій. Умовно назвемо їх Лабораторії 1 та Лабораторії 2, щоб уникнути антиреклами. На даний момент вони є єдиною альтернативою для перевірки вогнестійкості несучих стін в нашій державі. Геометрична конфігурація печей зображена на рис. 1.



**Рис. 1. Геометрична конфігурація вертикальних печей (а – Лабораторії 1 (зображено лише симетричну половину) та б – Лабораторії 2): 1 – огороження печі; 2 – фрагмент стіни; 3 – регіон вдуву; 4 – регіон форсунки; 5 – поверхні, що сполучаються; 6 – регіон виходу продуктів горіння; 7 – розрахункова область термопар.**

**Таблиця 1 Габаритні розміри установок для випробувань на вогнестійкість несучих стін**

Назва печі	Розміри вогневої камери, мм			Кількість пальників у печі	Дже-рело
	ширина	висота	глибина		
Випробувальна піч Лабораторії 1	3000	3000	1200	6	[5]
Випробувальна піч Лабораторії 2	3000	3000	1500	4	

Сутність проведення обчислювального експерименту полягає в ініціації процесу горіння з контролем температури в середині моделі термопар так, щоб температурний режим її нагріву по можливості точно співпадав з стандартною температурною кривою пожежі [1].

**Таблиця 2 Температура (на відстані 100 мм від стіни) за результатами обчислювальних експериментів у різних місцях камер вертикальних випробувальних печей**

Розміщення контрольної точки	Відповідно до [1].	Лабораторія 1	Лабораторія 2
На 60-й хвилині випробувань:			
Всередині змодельованої термопар		≈ 937 °С	≈ 942 °С
Безпосередньо поруч з термопарами	від 922 °С до	≈ 924 °С	≈ 928 °С
У верхній частині камер печей	969 °С	≈ 968 °С	≈ 1057 °С
У нижній частині камер печей		≈ 828 °С	≈ 851 °С

З огляду на проведенні дослідження можна зробити такі висновки.

### **Висновки.**

1. Створено математичні моделі вертикальних печей для випробувань стін на вогнестійкість на основі повної системи рівнянь Нав'є-Стокса за допомогою програмного комплексу CFD FlowVision 2.5.

2. Відповідно до проведених дослідів показники температури поруч з термопарою відрізняються від показників самої термопари. Для Лабораторії 1  $\Delta T \approx 12,8$  °C, а для Лабораторії 2 – 14,1 °C. Отже, якщо врахувати похибку термопари (а це  $\leq 15$  °C [1]), то сумарна похибка може становити  $\approx 27 - 30$  °C. Оскільки випробування проходять протягом тривалого часу, це позначається на достовірності й точності отриманих результатів.

3. За результатами обчислювальних експериментів, температура у камері вогневих печей розподіляється нерівномірно. У верхній частині камери печі перевищує допустиму похибку випробувань, а в нижній необхідна температура у потрібний проміжок часу не досягається. Різниця температур на 60-й хвилині складає 140,4 °C та 205,6 °C для Лабораторій 1 і 2 відповідно.

4. Вказані особливості можуть впливати на достовірність результатів випробувань несучих стін.

## ЛІТЕРАТУРА

1. 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. – (Національний стандарт України).

*А. А. Нестеренко, к. пед. н., О. Б. Нестеренко,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобіля НУЦЗ України*

## ДЕТОНАЦІЯ В ГАЗОПРОВОДАХ

Для виникнення детонації необхідна сильна ударна хвиля, в якій відбувається достатнє нагрівання вибухового середовища. Така хвиля може створюватися зовнішнім імпульсом. Граничним випадком слабкої ударної хвилі є звукова хвиля. При швидкості горіння, меншій за 45 м/с, утворення ударних хвиль не спостерігається.[1]

Безпосереднє ініціювання детонації від точкового джерела можна здійснити шляхом вибуху заряду вибухової речовини певної потужності. При цьому відбувається нагрівання реакційної суміші вище температури її самозаймання з витримкою при цій температурі упродовж певного часу, необхідного для виникнення локального вибуху. Його подальший розвиток у вигляді ударної хвилі призводить до пошарового розігрівання та згоряння свіжої суміші й утворення детонації.

Виникнення детонації можливе також без виникнення ударних хвиль і за температури горючої суміші, що не перевищує температуру її самозаймання.

Проте, в питаннях забезпечення вибухобезпеки, значно більший інтерес представляє мимовільне виникнення детонації у газі, що горить. Очевидно, що достатньо швидке стиснення горючого середовища може утворитися унаслідок розширення цього середовища при згорянні. Нагрівання до температури адіабатичного займання в ударній хвилі (тобто з малим часом затримки) вимагає дуже високих швидкостей руху газу, порядку 1 км/с.[2]

Мимовільна детонація, як правило, виникає лише при згорянні в довгих трубах. Лише у таких умовах можливе відповідне прискорення полум'я. Виникненню детонації суттєво сприяє підпалювання газу з боку закритого кінця труби.

Як уже відомо, величина нормальної швидкості полум'я навіть найбільш вибухових газових сумішей не перевершує 15 м/с. Багато ж газових систем, здатних детонувати, мають значно менші нормальні швидкості (порядку 1 м/с і навіть менше). Хоча нормальні швидкості полум'я порівняно невеликі, дефлаграція може викликати рух газу, який є достатньо швидким для необхідного нагрівання газу в ударній хвилі.

Для нерухомих продуктів згоряння розширення газу призводить до виникнення потоку початкового горючого середовища. Це середовище рухається по відношенню до плоского полум'я зі швидкістю, яка може у 5 – 15 разів перевищувати величину нормальну швидкість. Таке розширення відбувається внаслідок адіабатичного (достатньо швидкого) згоряння газу, підпаленого біля закритого кінця труби.

Проте, при згорянні в закритій трубі фронт полум'я не залишається плоским. Швидкий рух газу і тертя об стінки труби, що супроводжує його, призводять до зростаючої турбулізації газу, який згоряє. Фронт полум'я все більш витягується, його поверхня збільшується, і швидкість полум'я в цілому зростає відповідно до закону площ.

Прискорення полум'я при його турбулізації має складну природу. Унаслідок впливу тертя виробляється профіль швидкостей течії по перетину труби, причому швидкість більша по осі й менша біля стінок. Таке витягування полум'я можливе в межах збереження ламінарного режиму. На наступних стадіях прискорення часто виникають вібрації газу і полум'я, пов'язані з появою й відбиттям звукових хвиль. На певних ділянках спостерігається навіть зміна знаку напрямку руху полум'я – його відкидання у бік точки запалювання.



Зростаюча турбулізація зони горіння призводить до того, що „конус” сильно витягнутого полум’я перестає бути гладким. Він замінюється розмитою турбулентною зоною, в якій окремі елементи початкового горючого середовища і продуктів згоряння хаотично перемішані між собою.

Виникнення детонації не можна розглядати як безперервний перехід від дефлаграції, що все більш прискорюється внаслідок зростаючої турбулентності. Детонація виникає стрибкоподібно. Внаслідок можливості прискорення горіння в трубах і виникнення детонації, газопроводи і довгі апарати з нерівною, шорсткою внутрішньою поверхнею – є дуже небезпечними об’єктами. Ця небезпека особливо зростає, якщо така труба – потенційний осередок детонації – з’єднана з великою ємкістю, заповненою тим же вибуховим газом.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».
2. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд.: в 2 книгах; кн. 1 / А. Н. Баратов, А. Я. Корольченко, Г. Н. Кравчук и др. – М., Химия, 1990. – 496 с.

*С. В. Новак, к. т. н., с. н. с., УкрНДІЦЗ, П. Г. Круковський, д. т. н., проф., ІТТФ НАН України,  
В. Г. Поклонський, к. т. н., О. А. Фесенко, к. т. н., Х. З. Байтала, ДП НДІБК*

## РОЗРАХУНОК ВОГНЕСТІЙКОСТІ СТАЛЕВОЇ БАЛКИ В УМОВАХ ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ЗА СТАНДАРТНИМ ТЕМПЕРАТУРНИМ РЕЖИМОМ

Згідно з положеннями Регламенту (ЄС) № 305/2011 [1], Тлумачного документа «Основна вимога № 2. Пожежна безпека» [2] до Директиви 89/106/ЄЕС [3], Технічного регламенту будівельних виробів, будівель і споруд [4] та державних будівельних норм ДБН В.1.2-7 [5] однією з основних вимог до споруд щодо пожежної безпеки є забезпечення безпеки рятувальних команд. Ця вимога безпосередньо пов’язана з іншою основною вимогою щодо збереження під час пожежі несучої здатності (вогнестійкості) будівельних конструкцій протягом визначеного часу, яку також визначено у зазначених вище документах.

Відповідно до положень ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2 [6] розрахунок вогнестійкості будівельних несучих сталевих конструкцій (далі – сталевих конструкцій) можна виконувати спрощеними або уточненими методами. При цьому розраховують розподіл температури в поперечному перерізі сталеві конструкції в умовах вогневого впливу шляхом розв’язання теплотехнічної задачі та визначають виконання такої умови збереження несучої здатності сталеві конструкції:

$$E_{fi,d} \leq R_{fi,d,t}, \quad (1)$$

де  $E_{fi,d}$  – розрахунковий навантажувальний ефект під час пожежі;

$R_{fi,d,t}$  – відповідний розрахунковий опір сталеві конструкції під час пожежі у момент часу  $t$ .

Як альтернатива визначенню розрахункової несучої здатності, за умови припущення щодо рівномірного розподілу температури в поперечному перерізі сталеві конструкції, оцінку вогнестійкості можна проводити шляхом порівняння розрахункової температури конструкції із критичною температурою сталі [6].

Метою даної роботи було проведення розрахунку вогнестійкості сталеві балки (двогавр №35Б1 за ГОСТ 26020 [7]), на яку опирається бетонна плита перекриття завтовшки 120 мм, в умовах вогневого впливу за стандартним температурним режимом спрощеним та уточненим методами, наведеними в ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2 [6]. При цьому приймали, що нормована вогнестійкість балки складає R 60, і розглядали такі варіанти:

– незахищена сталева балка;

– захищена сталева балка, на поверхню якої нанесено вогнезахисний матеріал «Ендотерм 210104» [8]

(далі – покриття) завтовшки 10 мм;

– захищена сталева балка з покриттям завтовшки 15 мм;

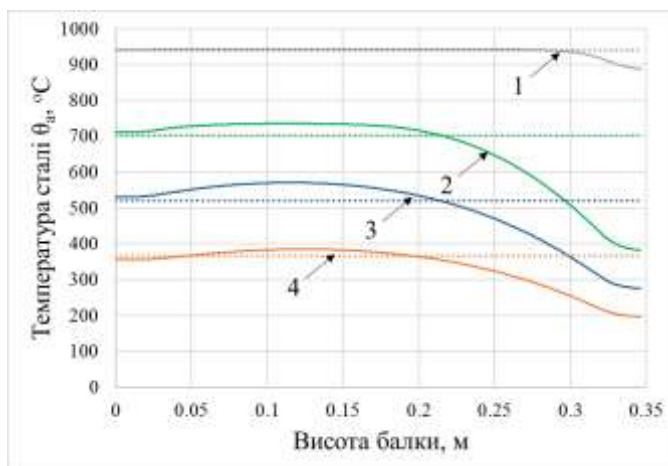
– захищена сталева балка з покриттям завтовшки 20 мм.

Для розрахунку нерівномірного розподілу температури по перерізу сталеві балки застосовували математичну модель нестационарної теплопровідності, яка враховує радіаційно-конвективний теплообмін від газового середовища до обігрівних поверхонь балки та плити перекриття, кондуктивний теплообмін у цих конструкціях та радіаційно-конвективний теплообмін від плити перекриття в навколишнє середовище з боку її поверхні, що не обігривається. При розрахунку рівномірного розподілу температури по перерізу сталеві балки теплообмін між цією конструкцією та плитою перекриття не враховували і вважали, що для часу  $t$  вогневого впливу температура в усіх точках перерізу балки однакова. Теплофізичні властивості сталі, бетону та покриття задавали у вигляді залежностей від температури. Отримані розрахункові розподіли температури по перерізу сталеві балки наведено на рисунку.

Із порівняння розрахункових температур в поперечному перерізі сталеві балки, отриманих для варіантів рівномірного та нерівномірного розподілів, випливає те, що значення температури балки при нерівномірному розподілі здебільшого менші, ніж при рівномірному розподілі. Найбільша різниця

спостерігається, якщо у порівнянні брати значення температури в місці контакту балки та плити покриття, і становить 316 °С, 242 °С, 166 °С відповідно при товщині покриття 10 мм, 15 мм та 20 мм.

Із застосуванням спрощеного методу розрахунку визначено, що нормована вогнестійкість балки R 60 забезпечується при товщинах покриття 15 мм та 20 мм, за якими значення температури балки при її рівномірному розподілі менші критичної температури сталі  $\theta_{a,cr} = 531$  °С.



*Рисунок – Змінення температури сталі по висоті балки для часу 60 хв вогневого впливу для рівномірного (пунктирні лінії) і нерівномірного (суцільні лінії) розподілів температури для таких варіантів: 1 – незахищена сталева балка; 2, 3, 4 – захищена сталева балка з покриттям завтовшки 10 мм, 15 мм та 20 мм*

За результатами розрахунку уточненим методом із застосуванням нерівномірного розподілу температури по перерізу визначено, що нормована вогнестійкість R 60 незахищеної сталевій балці і захищеної балки з покриттям завтовшки 10 мм не забезпечена через невиконання умови (1). Розрахунковий прогин балки при нерівномірному розподілі температури з покриттям завтовшки 15 мм становить 93,6 мм, а балки з товщиною покриття 20 мм – 56,3 мм, що не перевищує граничного прогину 260,1 мм.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Regulation (EU) № 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonized conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC. – OJ L 88, 4.4.2011, p. 5 - 43.
2. Communication of the commission with regard to the Interpretative documents of Council Directive 89/106/EEC.
3. Council Directive 89/106/EEC of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products. – OJ L 40, 11.2.1989, p. 12 - 26.
4. Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд. – Офіційний вісник України, 2006 р., № 51, ст. 3415.
5. ДБН В.1.2-7-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека.
6. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1991-1-2:2005, IDT).
7. ГОСТ 26020-83 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Сортамент (Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полки. Сортамент).
8. Григорьян Н.Б. Определение характеристики огнезащитной способности покрытия из вермикулито-цементных плит «Эндотерм 210104» для несущих стальных конструкций/ Н.Б. Григорьян, П.Г. Круковский, С.В. Новак // Техносферная безопасность: научный электронный журнал с печатной версткой. – Екатеринбург: Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, 2014 – № 2 (3). – С. 13 - 19.

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ НАВЕДЕННЯ ПОТЕНЦІАЛІВ В РЕЗУЛЬТАТІ ГРОЗОРОЗРЯДУ

Під час проектування систем блискавкозахисту однією з найважливіших задач є оцінка наведеного потенціалу на елементах, розміщених всередині захищеного системами блискавкозахисту об'єкті. Вирішувати поставлену задачу найдоцільніше методами математичного моделювання, які у випадку адекватно сформованої математичної моделі дозволяють проводити глибокі і всебічні дослідження. Для цього необхідно вірно описати параметри заступної схеми та, виходячи із фундаментальних законів передачі енергії електромагнітним шляхом, сформувати відповідну математичну модель.

На величину наведеного потенціалу впливають величина і форма імпульсу струму блискавки в первинному контурі, взаємне розміщення контурів, параметри систем блискавкозахисту, індуктивності контурів та взаємозв'язку між ними. Для отримання достовірних даних найважливішою задачею є адекватне формування розрахункової схеми та параметрів заступної схеми, що найбільшою мірою впливає на кінцевий результат.

Дотримавшись вказаних вимог, математична модель забезпечить необхідну точність моделювання процесів наведення потенціалів на суміжних до уражуваного об'єктах.

Для розрахунку наведених потенціалів в суміжних до уражуваного об'єкту контурах, необхідно враховувати індуктивність об'єкту, на який відбувається грозорозряд та індуктивність поряд розміщених об'єктів. Наведення потенціалу на суміжних контурах відбувається електромагнітним шляхом, зв'язок між ними описується з допомогою коефіцієнтів взаємоіндуктивного зв'язку, які залежать від розміщення контурів, між якими є електромагнітний зв'язок, середовища між ними, геометричних розмірів та ін., для опису яких необхідно мати експериментальні дані або ж провести аналітичні розрахунки, маючи реальні струми в таких схемах. За наявності вхідної інформації модель дозволяє адекватно відтворювати процеси наведення індуктованих перенапруг, спричинених грозорозрядними явищами.

Для розв'язання поставленої задачі скористаємося вже описаною в другому розділі моделлю грозорозрядної системи. У випадку удару блискавки і протікання струму по провідниках систем блискавкозахисту, котрі характеризуються активним і індуктивним опором, на поряд розміщених провідниках наводиться електромагнітним шляхом імпульс перенапруги і у випадку замкнутих контурів по них потече імпульсний струм. Заступна розрахункова схема буде набере вигляду, показаного на рис. 1.

В даній схемі  $L_2$  – індуктивність об'єкту, на який відбувається розряд блискавки,  $R_4$  та  $L_4$  – сумарні активний опір та індуктивність об'єкту, на якому електромагнітним шляхом наводиться високий потенціал;  $M_{2,4} = M_{4,2}$  – коефіцієнт взаємоіндуктивного зв'язку між контурами.

Використовуючи вказаний підхід можна моделювати процеси одночасного наведення високих потенціалів на кількох суміжних до головного контурах. В цьому випадку буде кілька вторинних контурів, які матимуть взаємоіндуктивний зв'язок із головним контуром.

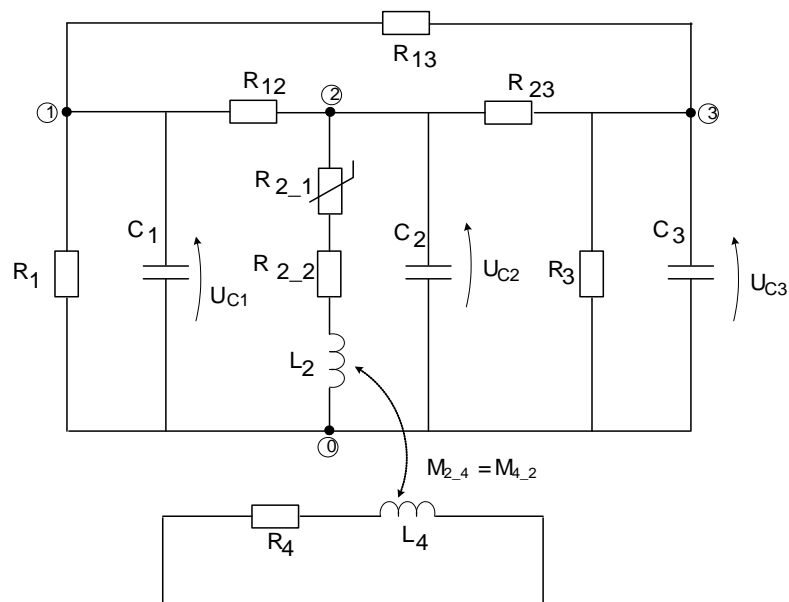


Рис. 1. Заступна розрахункова схема процесу грозорозряду на наземний об'єкт з наведенням потенціалу в суміжному контурі

Реалізуючи грозорозрядну систему рис. 3.9, врахувавши в головному контурі індуктивність провідників системи блискавкозахисту, по яких протікає струм блискавки, для опису якої використано метод вузлових напруг, та використовуючи метод контурних струмів для опису рівнянь вторинного контуру, остаточною математичною моделлю для дослідження процесів наведення високих потенціалів на суміжних контурах з використанням методу контурно-вузлових координат запишеться у вигляді:

$$\begin{aligned}
 & \left\| \begin{array}{cc} \Pi_I \underline{Z}_{I-I}^{-1} \Pi_{II} & \Pi_I \underline{Z}_{I-I}^{-1} \underline{Z}_{I-II} \Gamma_{III} \\ \Gamma_{II} \underline{Z}_{II-I} \underline{Z}_{I-I}^{-1} \Pi_{II} & \Gamma_{II} \underline{Z}_{II-I} \underline{Z}_{I-I}^{-1} \Gamma_{III} - \Gamma_{II} \underline{Z}_{II-II} \Gamma_{III} \end{array} \right\| \times \left\| \begin{array}{c} \vec{U}_I^{k+1} \\ \vec{I}_{K_{II}}^{k+1} \end{array} \right\| + \\
 & + \left\| \begin{array}{cc} \Pi_I \underline{Z}_{I-I}^{-1} \underline{Z}_{L1_{I-I}} & \Pi_I \underline{Z}_{I-I}^{-1} \underline{Z}_{L1_{I-II}} \\ \Gamma_{II} \underline{Z}_{II-I} \underline{Z}_{I-I}^{-1} \underline{Z}_{L1_{I-I}} & \Gamma_{II} \underline{Z}_{II-I} \underline{Z}_{I-I}^{-1} \underline{Z}_{L1_{I-II}} - \Gamma_{II} \underline{Z}_{L1_{II-II}} \end{array} \right\| \times \left\| \begin{array}{c} \vec{I}_I^k \\ \vec{I}_{II}^k \end{array} \right\| + \quad (3.14) \\
 & + \left\| \begin{array}{cc} \Pi_I \underline{Z}_{I-I}^{-1} \underline{Z}_{L2_{I-I}} & \Pi_I \underline{Z}_{I-I}^{-1} \underline{Z}_{L2_{I-II}} \\ \Gamma_{II} \underline{Z}_{II-I} \underline{Z}_{I-I}^{-1} \underline{Z}_{L2_{I-I}} & \Gamma_{II} \underline{Z}_{II-I} \underline{Z}_{I-I}^{-1} \underline{Z}_{L2_{I-II}} - \Gamma_{II} \underline{Z}_{L2_{II-II}} \end{array} \right\| \times \left\| \begin{array}{c} \vec{I}_I^{k-1} \\ \vec{I}_{II}^{k-1} \end{array} \right\| + \\
 & + \left\| \begin{array}{cc} \Pi_I \underline{Z}_{I-I}^{-1} \frac{a_1}{a_0} & 0 \\ \Gamma_{II} \underline{Z}_{II-I} \underline{Z}_{I-I}^{-1} \frac{a_1}{a_0} & 0 \end{array} \right\| \times \left\| \begin{array}{c} \vec{U}_{C_I}^k \\ 0 \end{array} \right\| + \left\| \begin{array}{cc} \Pi_I \underline{Z}_{I-I}^{-1} \frac{a_2}{a_0} & 0 \\ \Gamma_{II} \underline{Z}_{II-I} \underline{Z}_{I-I}^{-1} \frac{a_2}{a_0} & 0 \end{array} \right\| \times \left\| \begin{array}{c} \vec{U}_{C_I}^{k-1} \\ 0 \end{array} \right\| = \\
 & = \left\| \begin{array}{cc} \Pi_I \underline{Z}_{I-I}^{-1} \Pi_{II} & \Pi_I \underline{Z}_{I-I}^{-1} \underline{Z}_{I-II} \Gamma_{III} \\ \Gamma_{II} \underline{Z}_{II-I} \underline{Z}_{I-I}^{-1} \Pi_{II} & \Gamma_{II} \underline{Z}_{II-I} \underline{Z}_{I-I}^{-1} \Gamma_{III} - \Gamma_{II} \underline{Z}_{II-II} \Gamma_{III} \end{array} \right\| \times \left\| \begin{array}{c} \Delta \vec{U}_I^{k+1} \\ \Delta \vec{I}_{K_{II}}^{k+1} \end{array} \right\|
 \end{aligned}$$

де  $\vec{U}_{C_I}^k$  і  $\vec{U}_{C_I}^{k-1}$  - вектори напруг на конденсаторах першої підсхеми для  $k$  і  $k-1$  кроку інтегрування;

$\vec{U}_I^{k+1}$  - вектор вузлових напруг першої підсхеми для  $k+1$  кроку інтегрування;

$\vec{I}_{K_{II}}^{k+1}$  - вектор контурних струмів другої підсхеми для  $k+1$  кроку інтегрування;

Використання даної моделі дозволяє досліджувати процеси наведення високих потенціалів на поряд розміщених провідниках електроживлення будівлі та інших комунікацій і за результатами досліджень розробити заходи зі зменшення негативного електромагнітного впливу блискавки.

*С. Ю. Огурцов, к. т. н., с. н. с., С. В. Семичаевский,  
Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты*

## ОБОСНОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ ТУРБИННОГО МАСЛА

Опыт эксплуатации энергетических предприятий за последние десятилетия показывает, что на электростанциях, в том числе и на атомных, происходят крупные аварии с катастрофическими последствиями, в частности пожарами, значительными повреждениями и разрушением технологического оборудования и строительных конструкций.

Всего в машинных залах АЭС и ТЭС в странах СНГ и за границей за период с 1965 года зафиксировано 105 аварийных ситуаций. Из них пожаров - 31, взрывов - 2, взрывов с пожарами - 2. Остальные 70 - это локальные загорания [1].

Таким образом, вопрос обеспечения пожарной безопасности машинных залов энергетических предприятий является актуальным. Обоснование параметров систем противопожарной защиты требует

применения современных подходов, какими являются средства математического моделирования, в частности средства вычислительной гидродинамики (так называемый «CFD – анализ»).

Для проведения математического моделирования возникновения и развития пожара в машинных залах энергетических предприятий необходимо множество исходных параметров, таких как теплофизические свойства ограждающих конструкций, параметры работы систем противопожарной защиты, свойства пожарной загрузки и т.д., которые будут заложены в расчетную модель. В рамках этой работы авторами проведен анализ источников научно-технической информации касательно особенностей горения турбинного масла, используемого в системах смазки и уплотнения турбогенераторов, а также пожароопасных свойств и параметров горения турбинного масла марки ТП-22, которые после экспериментального уточнения могут быть использованы для валидации моделей горения такого типа горючей нагрузки в программном обеспечении «Fire Dinamic Simulator» (FDS).

В системах смазки и уплотнения турбогенераторов в машинных залах АЭС (ТЭС) Украины и стран СНГ используется нефтяное турбинное масло марки ТП-22 с композицией присадок, являющееся согласно с [2, 3] горючей средневоспламеняемой жидкостью.

Для проведения моделирования горения турбинного масла необходимы следующие параметры пожароопасности турбинного масла:

- низшая теплота сгорания;
- удельная массовая скорость выгорания;
- дымообразующая способность и данные по образованию сажи;
- данные по выделению токсических продуктов сгорания.

В FDS для создания источника горения необходимо задать реакцию горения в газовой фазе, которая должна учитывать химический состав топлива.

С целью обоснования возможных сценариев пожаров, времени и места воспламенения, необходимы такие показатели пожаровзрывоопасности турбинного масла, как температура вспышки, температура его воспламенения и самовоспламенения.

Можно заметить, что за исключением данных о пожароопасных свойствах турбинного масла, что могут быть получены согласно стандартизованных методик испытаний [3], данные [4] на настоящий момент являются наиболее полным набором исходных данных для проведения моделирования. Брутто-формула турбинного масла, указанная в справочных данных [5] вероятно получена расчетным путем согласно формул, приведенных в [6].

Кроме того, различие значений удельной массовой скорости выгорания масла в работах [4], [7] и [8] могут быть объяснены как различными методами определения этого параметра, так и различной температурой жидкости в момент горения. Чем выше температура, тем меньше теплоты требуется на испарение жидкости и тем интенсивнее оно протекает [9].

Уточнение удельной массовой скорости выгорания турбинного масла в зависимости как от его начальной температуры, так и температуры в процессе горения требует соответствующих экспериментальных исследований на очагах, приближенных к реальным.

Также приведенные данные не содержат зависимостей, которые характеризуют изменение массовой удельной скорости выгорания от площади и толщины разлива турбинного масла.

Известно, что при горении жидкостей в горелках разных диаметров [10] имеют место три динамических режима с характерными для каждого из них условиями массопереноса вещества и теплообменом с окружающей средой, жидкостью и стенками емкости (резервуара).

Основными факторами, оказывающими влияние на скорость выгорания жидкости, являются материал и толщина стенки горелки, высота свободного борта, скорость обдува и содержание кислорода в окружающей газовой среде.

Теплообмен между стенкой и жидкостью имеет значение при горении топлива в узких горелках [10], какие были использованы в работе [8]. Эксперименты, проведенные в [11], показали, что скорость выгорания уменьшается с увеличением теплопроводности материала стенки. В то же время, при горении жидкостей в горелках большого диаметра влияние этого параметра на скорость выгорания незначительно [12].

Интерес также представляет зависимость скорости выгорания от уровня заливки жидкости. В узких горелках с увеличением этого уровня снижается градиент концентрации горючих паров и уменьшается их приток в зону горения. При этом понижается температура на поверхности жидкости и интенсивность процесса горения. С увеличением диаметра влияние уровня заливки жидкости существенно снижается [10].

Влияние вынужденной конвекции на скорость выгорания жидкостей в резервуарах изучалось в работах [11-14]. Скорость выгорания растет с увеличением скорости воздушного потока, что может свидетельствовать о влиянии воздухообмена в зоне пожара на параметры горения. Эти процессы также должны быть учтены при проведении моделирования процессов горения турбинного масла в машинном зале энергетического предприятия.

Эксперименты по изучению связи между скоростью выгорания и содержанием кислорода в окружающей среде описываются в работе [11].

На основании проведенного анализа исходных данных необходимых для математического моделирования процессов горения турбинного масла марки ТП-22 были сформулированы следующие выводы:

1. Необходимо экспериментально определить зависимость удельной массовой скорости выгорания турбинного масла марки ТП-22 от его начальной температуры, температуры в процессе горения, толщины и площади разлива, в том числе для очагов приближенных к реальным.

2. Требуется экспериментального подтверждения низшая теплота сгорания турбинного масла, в том числе в зависимости от его срока службы, в системе смазки и уплотнения турбогенераторов машинных залов.

3. При разработке методики экспериментальных исследований и создании экспериментального оборудования необходимо учитывать факторы, влияющие на определяемую экспериментально удельную массовую скорость выгорания турбинного масла.

4. На основании полученных уточненных данных в дальнейшем необходимо провести валидацию модели горения содержащую уточненные данные с определением погрешности расчетов, что в дальнейшем будет учитываться при проведении моделирования более сложных сценариев возникновения и развития пожаров, сопровождающихся горением турбинного масла в машинных залах энергетических предприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сравнительный анализ аварийных ситуаций, пожаров и взрывов в машзалах АЭС, электростанциях РАО ЕЭС при нарушениях в работе турбогенераторов с проливом масла и утечкой водорода: Технический отчет / ОАО «ВНИИАЭС». – М., 2008. – 88 с.

2. ГОСТ 9972-74 Масла нефтяные турбинные с присадками. Технические условия.

3. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

4. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. 118 с. ISBN – 59229-0011-0.

5. Карькин И.Н. Работа в программном комплексе FireCat. Библиотека реакций и поверхностей горения в PuroSim. Редакция 3, 2014. – 27 с.

6. СИТИС 6011-Р2. Данные для расчета температуры среды при ПРВ. – СИТИС, 2007.

7. Разработка предложения по защите несущих конструкций машзалов АЭС от воздействия опасных факторов пожара (отчет)/ВНИИПО, М.1993-184 С.

8. Цапко Ю.В., Антонов А.В., Орел В.П. Оцінка ефективності застосування діоксиду вуглецю в системах протипожежного захисту газоперекачувальних агрегатів // Науковий вісник УкрНДПБ. – К.: УкрНДПБ, 2002. – № 2 (6). – С. 102-108.

9. Худяков Г.Н. Выгорание жидкостей со свободной поверхности. – В кн.: Известия АН СССР, ОНТ, 10. – М., 1945, с. 11-15.

10. В.И. Горшков. Тушение пламени горючих жидкостей. – М.: Пожнаука, 2007. –267 с. ISBN – 5-903049-08-7.

11. Блинов В.И., Худяков Г.Н. Диффузионное горение жидкостей. – М.: Изд-во АН СССР, 1961, 208 с.

12. Павлов П.П., Хованова А.М. О горении нефти и нефтепродуктов со свободной поверхности. – Баку: ЦНИПО, 1955, 79 с.

13. Bakhman N.N., Kondikov B.N., Aldabaev L.I. Buning of liquid fuels; effect of burner on burning rate an measurement of quenching diameter. Fuel. London. 1976, v. 55, p. 243-249.

14. Блинов В.И., Худяков Г.Н. О влиянии ветра на скорость сгорания нефтепродуктов в резервуарах. Инф. Письмо № 8 АН СССР, энергетический институт им. Г.М. Кржижановского. – М.: 1958, - 12 с.

*В. М. Покалюк, к. пед. н., О. Г. Романов, курсант, В. В. Салі, А. С. Носов,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### ДЕКОМПОЗИЦІЯ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ МІКРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ РЯТУВАЛЬНИКІВ

В даний час перед ДСНС України гостро постає проблема захисту особового складу від тепла. Це пов'язано зі складнощами матеріально-технічного забезпечення підрозділів служби, фізичним та моральним зношенням наявного оснащення, відсутністю фінансування наукових програм стосовно даного напрямку досліджень.

Екстремальні мікрокліматичні умови – це поєднання параметрів повітря: температури, вологості, швидкості руху й теплового випромінювання, фізичних чинників, за яких змінюється теплообмін людини, що проявляється в накопиченні тепла в організмі (> 2 Вт) і (чи) в підвищенні частки витрат тепла за рахунок випаровування вологи (> 30 %), що в свою чергу призводить до погіршення стану здоров'я людини, зниження її працездатності й продуктивності праці.

За сприятливих мікрокліматичних умов організм людини віддає тепло в навколишнє середовище, в якому він зберігає теплову рівновагу під час виконання роботи середньої важкості. При цьому кількість тепла, що надходить зовні і яке виділяється в організмі, дорівнює кількості тепла, відведеному з організму в довкілля. Теплова рівновага підтримується завдяки функціонуванню системи терморегуляції організму. Якщо теплопередавання в довкілля природним шляхом відбувається з перешкодами, то система терморегуляції організму починає виділяти піт на поверхню шкіри, випаровування якого сприяє інтенсивному тепловідведенню, тобто перенесенню тепла тіла назовні, що супроводжується посиленням серцевої діяльності, збільшенням частоти серцевих скорочень.

За посиленого теплового впливу довкілля система терморегуляції організму не може забезпечити тепловідведення для стабілізації теплової рівноваги. У цьому випадку організм людини починає нагріватися, спочатку до допустимого теплового стану, а потім до граничного теплового стану, після чого настає пряма загроза теплового удару.

Фізичні навантаження в ході ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідків у цілому можна зарахувати до категорії важкої фізичної праці. Гасіння пожеж проводять здебільшого вручну (робота з пожежно-технічним, аварійно-рятувальним обладнанням, розкриття та розбирання конструкцій, порятунок людей, евакуація майна та ін.). Обсяг так званих засобів малої механізації (бетоноломи, ножиці для різання арматури, пневматичні перфоратори, електробури, механічні пилки тощо) у низці робіт невеликий. До цього варто додати носіння засобу індивідуального захисту органів дихання та зору й робота в ньому, що збільшують витрати енергії людини приблизно на 25-27 % порівняно зі звичайними умовами.

Характеристику деяких різних робіт рятувальників залежно від ваги відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 подано в табл. 1 [1; 2].

**Таблиця 1** Характеристика різних робіт, виконуваних рятувальниками під час пожежі, за ступенем тяжкості

Вид роботи	Ступінь важкості
1. Порятунок людей (винесення потерпілих)	Важкий
2. Розвідка	Середній
3. Евакуація майна (матеріалів, речовин)	Важкий
4. Переміщення з рукавної лінії під напором води	Важкий
5. Робота зі стволем	Середній
6. Робота з піногенератором	Важкий
7. Розкриття конструкцій (уручну й механічним інструментом)	Важкий
8. Перекриття вентилів апаратів і трубопроводів	Середній
9. Перекриття технологічних засувок пі час роботи в теплозахисних костюмах	Важкий

В організмі людини постійно утворюється тепло внаслідок окислювальних процесів під час розщеплення їжі й завдяки м'язовій діяльності. Теплотворність в організмі відіграє присутню роль. Інтенсивність обміну речовин в організмі людини у стані спокою рівна 87 Вт, у рятувальника, який виконує фізичну роботу в теплозахисному костюмі, вона може вирости до 700–800 Вт, при цьому близько 80–85 % перетворюється в тепло.

За нормальних і низьких температур навколишнього середовища, при температурі шкіри вищій від температури повітря, тепловіддача відбувається через конвекцію, теплопровідність і радіацію. Висока температура навколишнього середовища породжує нагрівання шкірних покривів. Якщо температура шкіри нижча від температури повітря, то тепловіддача цими шляхами припиняється й здійснюється тільки через випаровування поту. Під час випаровування кожного граму рідини з поверхні шкіри організм віддає 2,43 кДж, однак інтенсивність випаровування поту залежить від різниці парціальних тисків водяної пари над поверхнею шкіри й у навколишньому повітрі. За відносної вологості 100 % випаровування, зазвичай, припиняється. У разі високої температури навколишнього середовища й важкого фізичного навантаження збільшення швидкості руху повітря не охолоджує організм, а, навпаки, збільшує нагрівальний ефект.

Вплив теплового випромінювання на організм людини має низку особливостей, порівняно з ефектом високої температури повітря. Насамперед це більш глибоке прогрівання, яке призводить до підвищення температури шкіри, тканин і внутрішніх органів. До найважливіших наслідків теплового випромінювання необхідно віднести виникнення опіків. У разі використання спеціального одягу рятувальника велика частина теплового випромінювання затримується й не досягає шкіри протягом деякого часу. Відсутність спеціальної відбиваючої поверхні призводить до швидкого нагрівання одягу, сприяючи накопиченню тепла в організмі. У тепловідбивних і теплозахисних костюмах, що мають металізоване покриття, яке відбиває променисте тепло, організм рятувальника деякий час не перегрівается. Якщо щільність теплового потоку не перевищує 4,2 кВт/м<sup>2</sup>, рятувальники можуть працювати в спеціальному одязі та касках із захисними лицьовими масками.

За більш інтенсивного теплового променевого потоку роботу потрібно проводити в теплозахисних костюмах під прикриттям водяних розпилених струменів, які перешкоджають проходженню променевого тепла.

Умови середовища на пожежах за ступенем небезпеки для особового складу рятувальних підрозділів можна умовно поділити на три зони.

Перша зона – умови, що створюються на достатній відстані від фронту полум'я, температура не перевищує 60–70°C, тепла радіація 1,2–4,1 кВт/м<sup>2</sup>.

Друга зона – небезпечні умови, що створюються усередині охопленого вогнем приміщення або поблизу фронту полум'я, верхня межа температури цієї зони близько 300°C, теплової радіації 4,2–4,0 кВт/м<sup>2</sup>.

Третя зона – надзвичайно небезпечні умови, що виникають, наприклад, у разі загального спалаху в приміщенні або під час вибуху. За цих умов температура досягає 1000°C і більше, а радіація 100–200 кВт/м<sup>2</sup>.

Під час роботи рятувальників у другій та третій зонах без використання ЗІЗОД та теплозахисного одягу можуть виникати ураження легень й опіки тіла, а також поверхневі uszkodження одягу. У всіх трьох зонах може мати місце теплове ураження рятувальників за досягнення ректальної температури тіла 38,6°C і частоти серцевих скорочень – 170 хв<sup>-1</sup>. За температури сухого повітря 150°C дихання стає надважким, температура 16°C породжує опік сухої шкіри через 30 с, а температура 180°C узагалі нестерпна. У разі радіації 2 кВт/м<sup>2</sup> опіки шкіри другого ступеня настають через 100 с, а за 10 кВт/м<sup>2</sup> – через 10 с. Температуру повітря вимірюють сухим і вологим термометром або психрометром, теплову радіацію – актинометром.

Отже, рятувальники виконують переважно роботи, що належать до категорії «важкі», в умовах високих температур (до 1000°C і більше) та теплової радіації (до 200 кВт/м<sup>2</sup>). Середня тривалість таких робіт під час виконання оперативних завдань особовим складом рятувальних підрозділів складає 35 хв.

Перспективами подальших розвідок є аналіз існуючих методів і засобів індивідуального протитеплового захисту рятувальників, ефективність захисту рятувальників наявними в підрозділах ДСНС України протитепловими засобами з урахуванням описаних екстремальних мікрокліматичних умов, які впливають на них, та важкості виконуваних робіт.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Вольский В. А. Энергозатраты человека в экстремальных микроклиматических условиях / В. А. Вольский, В. В. Карпекин, А. А. Онасенко // Уголь Украины. – 2005. – № 9. – С. 38–39.
2. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
3. ДСТУ ISO 6942-2001. Одяг захисний тепло- та вогнетривкий. Оцінювання теплопровідності матеріалів, що зазнають дії джерела теплового випромінювання (ISO 6942:1993, IDT). – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 19 с.
4. ДСТУ EN 340:2001 Одяг спеціальний захисний. Загальні вимоги (EN 340: 1993, IDT). – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 12 с.
5. ДСТУ 4366-2004. Одяг пожежника захисний. Загальні технічні вимоги та методи випробовування. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 34 с.
6. Кодекс цивільного захисту України від 02 жовтня 2012 року № 5403-VI.
7. Наказ МНС України від 19 грудня 2011 року № 1328 «Про прийняття та надання чинності стандарту МНС України СОУ МНС 75.2-00013528-005:2011 «Безпека у надзвичайних ситуаціях. Комплекти засобів індивідуального захисту рятувальників. Класифікація й загальні вимоги».

*В.-П. О. Пархоменко, О. І. Лавренюк, к. т. н., доцент, Б. М. Михалічко, д. х. н., професор,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

#### **ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ЗНИЖЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЕПОКСІАМІННИХ КОМПОЗИЦІЙ, МОДИФІКОВАНИХ ХЕЛАТНИМИ КУПРОКОМПЛЕКСАМИ**

Пожежна небезпека полімерів зумовлена утворенням на ранніх стадіях розкладу горючих летких продуктів. Для створення полімерних матеріалів зі зниженою пожежною небезпекою використовують керований синтез і модифікацію полімерів з метою отримання продуктів, які мають понижено швидкість газифікації, які сприяють утворенню карбонізованого продукту і низькому виходу горючих продуктів піролізу.

Тому в світовій практиці з метою зниження пожежної небезпеки полімерних матеріалів дедалі частіше пропонують застосовувати реакційноздатні антипірени. Завдяки високій хімічній активності та наявності функціональних груп різного типу в молекулярній структурі такі антипірени спроможні вступати в реакції з мономером на стадії синтезу полімеру чи з макромолекулами полімеру під час переробки його в готові вироби. Відтак вони входять в молекулярну структуру полімерів, впливають на їх фізичні та хімічні властивості, а для їх видалення необхідно зруйнувати чи розкласти полімер. Можливості та перспективи проведення подібної модифікації полімерів з допомогою антипіренів є необмеженими.



Вибір антипірену при розробці полімерних матеріалів зі зниженою пожежною небезпекою повинен проводитись на підставі встановлення механізму його дії. Це передбачає проведення досліджень фізико-хімічних процесів перетворення полімеру і антипірену на всіх стадіях горіння матеріалу [1].

Одними з доволі перспективних антипіренів, які спроможні одночасно впливати на кінетику газофазних полум'яних реакцій, кінетику деструктивних процесів полімеру та перебіг гетерогенних реакцій окиснення на поверхні матеріалу при його горінні, є хелатні комплекси на основі сполук перехідних металів. В цьому аспекті особливо привабливими є солі купрум(II). Крім традиційних напрямків застосування солей купрум(II) в хімічній промисловості, медицині та сільському господарстві [2] інтенсивно проводяться роботи з метою одержання і дослідження властивостей нових матеріалів на їх основі.

Так, завдяки високій електроноакцепторній спроможності атомів Купрум стосовно електронодонорних атомів Нітрогену, в ряді робіт [3-5] запропоновано застосовувати купрум(II) сульфати та карбонати для зниження горючості епоксіамінних композицій. Ефекту зниження горючості досягнуто завдяки інкорпоруванню в полімерну матрицю хелатних комплексів на основі міцно зв'язаних негорючої неорганічної солі з горючим нітрогенумісним затвердником епоксиполімеру.

Робота присвячена синтезу та вивченню властивостей нового антипірена з метою подальшого його застосування для зниження пожежної небезпеки епоксіамінних композицій. Запропонований антипірен у вигляді хелатного комплексу (пластинчастих синьо-фіолетових кристалів) було отримано в результаті змішування еквімолекулярних кількостей купрум(II) гексафлуоросилікату та поліетиленполіаміну (ПЕПА).

В результаті вивчення структури отриманого комплексу встановлено, що хімічна взаємодія між купрум(II) гексафлуоросилікатом і ПЕПА супроводжується появою міцних зв'язків Cu-N. Експериментальні дослідження схильності до займання показали, що температура займання амінного затвердника епоксидних смол ПЕПА становить 136°C, а температура самозаймання – 393°C. Займання та самозаймання запропонованого антипірена не спостерігалось при нагріванні його до температур, за яких мали би відбуватися ці процеси в органічних амінів. Це вказує на те, що за таких температур концентрація пари органічного аміну в окиснювальному середовищі є недостатньою для підтримання горіння.

Отже, внаслідок утворення додаткових хімічних зв'язків амін міцно утримується в іонно-молекулярному комплексі. Тобто після додавання до ПЕПА купрум(II) гексафлуоросилікату усталена за температури займання чистого аміну рівновага: органічний амін (ПЕПА) ↔ насичена пара органічного аміну (ПЕПА) зміщується в сторону стрімкого зниження концентрації насиченої пари аміну до значень, якими характеризують область безпечних концентрацій. Відтак процес комплексоутворення спроможний перевести горючий амін у важкогорючий або ж зовсім негорючий.

Саме процес зв'язування негорючої неорганічної солі (купрум(II) гексафлуоросилікату) з горючим нітрогенумісним затвердником епоксидних смол ПЕПА міцними координаційними зв'язками в комплекс може виявитися вирішальним при формуванні епоксіамінних композицій з пониженою пожежною небезпекою.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Асеева Р.М. Снижение горючести полимерных материалов / Р.М. Асеева, Г.Е. Заиков. – М.: Знание, 1981. – 64 с.
2. Реми Г. Курс неорганической химии / Г. Реми – М.: Мир, 1966. –Т. 2. – 836 с.
3. Н. Lavrenyuk, О. Mykhalichko, В. Zarychta, V. Olijnyk, В. Mykhalichko A new copper(II) chelate complex with tridentate ligand: synthesis, crystal and molecular electronic structure of aqua-(diethylenetriamine-N, N', N'')-copper(II) sulfate monohydrate and its fire retardant properties // Journal of Molecular Structure. – 2015. – № 1095. – P. 34-41.
4. Н. Lavrenyuk, V. Kochubei, О. Mykhalichko, В. Mykhalichko A new flame retardant on the basis of diethylenetriamine copper(II) sulphate complex for combustibility suppressing of epoxy-amine composites // Fire Safety Journal. – 2016. – Vol.80. – P. 30-37.
5. Лавренко О.І. Застосування купрум(II) карбонату як спосіб зниження пожежної небезпеки епоксіамінних композицій / О.І. Лавренко, Б.М. Михалічко, П.В. Пастухов // Science Rise. – 2016. – №5/2(22) – С. 25-29.

*Б. М. Перетятко, к. т. н., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

#### МЕТОДИ Й ОЦІНКА ВИПРОБУВАНЬ ВОГNETРИВКИХ РОЗЧИНІВ В ДЕРЕВ'ЯНОМУ ДОМОБУДУВАННІ

Україна являється малолісистою державою Європи. Її ліси займають 14,3% всієї території країни. В той час основним споживачем деревини є дерев'яне домобудування, виробництво будівельних виробів, тари й упаковки, меблеве виробництво, пасажирське й вантажне судно- та машинобудування. В нашій країні 80% деревини йде на потреби деревообробки.

Вироби з деревини мають високу механічну міцність й теплоізоляційні властивості, легко обробляються, добре втримують металеві кріплення, але легко загоряються й піддаються біоруйнуванню. Дослиди показали, що середній термін служби дерев'яних будівель без капітального ремонту складає 10...12

років. В свою чергу, при особливо сприятливих умовах життєдіяльності біоруйнівників дерев'яні конструкції виходять із ладу через 2...3 роки експлуатації.

Таким чином, забезпечення довговічності дерев'яних конструкцій та споруд при відповідних мінімальних витратах матеріалу вимагає правильного поєднання конструкційного й хімічного захисту деревини. Тому, захист дерев'яних конструкцій й споруд саме й повинен підвищити стійкість деревини до загорання.

Основними вимогами охорони оточуючого середовища є розробка і використання в процесах підвищення вогнестійкості матеріалу нешкідливих захисних засобів, а також механізованих й високопродуктивних просочувальних установок.

Слід наголосити, що вогнезахист є обов'язковим в дерев'яному домобудуванні, в будівництві складських і тваринницьких приміщень, пасажирському вагону- та суднобудуванні і т.п. Разом з тим надати деревині абсолютної вогнестійкості є практично неможливим.

Для оцінки степені захисту деревини, просоченої вогнетривкими розчинами, від вогневого впливу використовують різні методи. Ми зупинимося, в основному, на вітчизняних методах.

Методи створення складів та випробувань антипіренів умовно можна розділити на такі:

а) методи пошуку складів антипіренів вітчизняного та зарубіжного походження, які класифікуються по принципу врахування й обліку результатів спалювання взірців (наприклад, за втратою маси, тривалості горіння взірця);  
б) методи лабораторних досліджень основних та допоміжних (технологічних і експлуатаційних) властивостей;

в) методи кінцевих (закінчених або результуючих) випробувань в конкретних або умовно визначених умовах експлуатації дерев'яних конструкцій, які направлені на встановлення досягнутої вогнестійкості конструкції.

На даний час різними вченими запропоновано в десятки раз більше складів антисептиків, ніж їх застосовується. Крім того, відмінності між методами випробувань антипіренів як по ідеї, так і по обладнанню є неістотним, але отримані дані досліджень є не завжди порівнянними між собою.

До заключних, підсумкових або результуючих випробувань на вогнестійкість відносяться методи визначення вогнестійкості конкретних конструкцій при певному рівні вогнезахисту. Слід зазначити, що дані методи активно використовуються тільки для вдосконалення технології захисних робіт. Таким чином, проаналізувавши всі три групи випробувань антисептиків (методи пошуку складів антипіренів, лабораторні методи і методи кінцевих випробувань), ми бачимо, що найбільше вдосконалення вимагають пошукові методи, а дослідницькі носять емпіричний характер. Це означає, що методи пошуку оптимальних складів антипіренів не зовсім повністю відповідають вимогам та й сучасним можливостям. Крім того, теперішні методи пошуку, оцінки та випробувань антипіренів, що включають в себе також й прогнозування є дуже складними, як і сама методика та сучасна вимірвальна апаратура дослідно-лабораторних методів, а прискорені методи пошуку, оцінки й випробувань поки що не розроблені (останнє можна пояснити тим, що їх роль та значення не отримали належної оцінки). Це значить, що розглядувана область досліджень в цьому напрямі відстає. Адже, в більшості випадків, на практиці проводять випробування за одним з вище наведених випадків, а не для всіх випадків методу, що найбільш підходить. Тому при обґрунтуванні того чи іншого методу слід опиратися на необхідність отримання більш надійних кореляційних коефіцієнтів оцінки вогнезахисних засобів деревини як лабораторними, так і полігамними (модельними) моделями.

В свою чергу, методи випробувань, в зв'язку з відповідністю єдиної методології й напрямів (методи, в основному, функціональні) мають різні принципи й підходи для підвищення вогнестійкості деревини. Це вимагає єдиного підходу до класифікації захисних засобів, які б забезпечували надійність та єдність співвідношень між параметрами, отриманими в умовах лабораторних та полігамних (модельних) випробувань при використанні різних методів оцінки й прогнозування антисептичних властивостей речовин. Це означає, що ці співвідношення (аналітичні вирази) дозволяли б встановлювати кореляційні коефіцієнти між відповідними показниками. При цьому сама система методів випробувань повинна гарантувати й передбачати як прогнозування пошукових властивостей антипіренів, їх комбінацій, так і створення експрес-методів перевірки результатів прогнозування. Адже результати прогнозувань в де-якій мірі будуть умовними.

Таким чином, враховуючи недоліки існуючих методів, а також відсутність в них єдиних підходів до розв'язання вогнезахисних задач та шляхів прискорення процесів досліджень із одночасним збереженням надійності їхніх результатів (в першу чергу, раціоналізації й науково-технічного обґрунтування використання для цієї мети факторів сприятливості) – все це вимагає проведення спеціальних методологічних досліджень по створенню складів антипіренів, як заповільнювачів горіння деревини. Це значить, що для вдосконалення й підвищення економічної ефективності вогнезахисту деревини існуючих методів, а також створення нових методів необхідний системний підхід до розв'язання даної проблеми, який зводиться до вивчення властивостей матеріалу як об'єкта вогнезахисту, самих антипіренних речовин, особливостей технології обробки матеріалу перед просочуванням та безпосередньо процесу просочення. Тобто, таке системне вивчення основних елементів, що приймають активну й головну участь в перетворенні деревини, утворює предмет нашого дослідження.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Таубкин С.И. Способы и средства огнезащиты древесины. – М-Л.; 1952. – 56 с.

2. Таубкин С.И. Огнезащита сгораемых материалов. // Пожарное дело, 1956. – №5. – с. 4-6.
3. Таубкин С.И., Колганова М.Н. Способ получения огнезащитного покрытия: Авт. свид. №174537. // Бюл. изобретений и открытий, 1965. – №17.
4. Максименко Н.А. Исследование токсичности огнезащитных препаратов. // Всесоюзная конференция по биоповреждениям: Тез. докл., ч II. – Горький, 1981. – с.144-145.
5. Максименко Н.А. Изыскание комплексных препаратов для защиты древесины от возгорания и биоразрушения применительно к старым ценным постройкам // Автореф. дисс. канд. техн. наук. – М.: 1979. – 22 с.
6. Максименко Н.А., Горшин С.Н. Исследование функциональных антипиренных свойств соединений и построение огнезащитных препаратов с компонентами взаимодополняющего действия. // Вопросы консервирования древесины: Труды Сенежской лаборатории консервирования древесины. – М.: 1981. – с. 3-54.
7. Горшин С.Н., Максименко Н.А. Использование многокомпонентных антипиренов для защиты древесины / XII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. – М.: 1981. №6. – с. 248.
8. Таубкин С.И. Основы огнезащиты целлюлозных материалов. – М.: Лесн. пром-сть., 1960. – 347 с.
9. Горшин С.А., Максименко Н.А., Ходус Т.С. Новый экспрессметод испытания огнезащитной способности антипиренов. // Деревообрабатывающая промышленность, 1980, №2. – с.8-9.
10. Максименко Н.А. Испытания антипиренных свойств антисептиков на малых образцах в острие стандартного пламени. // Продукты переработки древесины – сельскому хозяйству. – Т.3. Рига, 1973. – с. 196-203.
11. ГОСТ 16363-76. Древесина. Определение огнезащитных свойств покрытий и пропиточных составов методом керамической трубы.
12. Duncan C.G. and Richards C.A. Evaluating Wood Preservatives by Soil-Block Tests 3. Effect of mixing a Coal Tar Creosote and a Pentachlorophenol Solution. – Proc. AWWA, 1951, vol. 47.
13. Duncan C.G. and Richards C.A. Methods of Evaluating Wood Preservatives. Weathered impregnated Wood Blocks. – Proc. AWWA, 1948, vol. 44.
14. Горшин С.Н. Консервирование древесины. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 336 с.
15. Максименко Н.А. Некоторые исследования Сенежской лаборатории по оценке эффективности антипиренов. // Достижения техники и технологии деревообрабатывающей промышленности – К.: УкрНИИМОД, 1975. – с.54-55.
16. Максименко Н.А. Исследование зависимости между показателями пропитки и огнезащищенностью древесины. // Деревообрабатывающая промышленность, 1978, №2. – с.12-13.
17. Акищенко С.И. Определение огнестойкости древесины. // Гидротермическая обработка и консервирование древесины. – Л.: ЛТА, 1982. –с. 38-40.
18. Титова В.Е. О применении терминов биоповреждение и биоразрушение. // Микроорганизмы и низшие растения-разрушители материалов и изделий. – М.: Лесн. пром-сть, 1979. – с. 235-239.

*В. Ф. Піндер, В. В. Попович, к. с.-г. н., доцент,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

### **ОСОБЛИВОСТІ ТЕРМІЧНИХ РЕЖИМІВ У ПОРОДНИХ ВІДВАЛАХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ**

Породні відвали вугільних шахт забруднюють довкілля токсичними випарами, продуктами горіння відвальної маси та стічними водами. Хімічний склад териконів вугільних шахт представлений небезпечними речовинами та сполуками, які потрапляють у ґрунти, поверхневі та підземні води, атмосферу. Надзвичайно небезпечним явищем є самозаймання відвальної породи, яка складена у териконах [1]. Внаслідок горіння териконів відбуваються різноманітні фізіологічні зміни трав'яного покриву та дерево-чагарникової рослинності внаслідок токсичної дії газів та впливу високих термічних режимів [2]. При проведенні гірничих робіт з вугільних шахт щороку виділяється (за різними оцінками) від 750 млн. м<sup>3</sup> до 2,7 млрд. м<sup>3</sup> метану, більшість якого викидається в атмосферу. Підвищені температури субстрату спричиняють розвиток рослинності на поверхні породних відвалів у зимовий період [3].

Породний відвал вважається таким, що горить, якщо на ньому є хоч би один осередок горіння (незалежно від його площі) з температурою порід на глибині до 2,5 м більшою за +80°C. Якщо відвал був таким, що не горить, а під час температурної зйомки буде виявлено на глибині до 2,5 м температуру більшу за +80°C, яка збережеться до наступної планової зйомки, то відвал переводиться до числа таких, що горять, за актом [4, 5].

Нами проводилися обстеження температурних режимів діючого породного відвалу ПАТ «Львівська вугільна компанія» (Червоноградський гірничопромисловий район Львівсько-Волинського вугільного басейну), який розміщений у с. Сілець Сокальського району Львівської області. Для обстеження теплового стану породного відвалу необхідно було розбити ділянку, на якій проводилися дослідження, на сектори відповідно за схемою як вказано НПАОП 10.0-5.21-04.

Для встановлення температурних режимів використовували тепловізор «FLUKE TiS40» (рис. 1).



**Рисунок 1 – Цифрове зображення осередків горіння породного відвалу із відмітками середніх, максимальних та мінімальних температур**

За результатами проведеного зондування термопарою та тепловізійною зйомкою було виявлено чотири ймовірні осередки самозаймання. Аналізуючи отримані температурні показники надають можливість стверджувати, що міграція температурного поля відбувається вздовж лінії краю укосу, а не в глибину терикона. Також результати вимірювань показують, що має місце тенденція збільшення осередків самозаймання в окремих секторах. Під час досліджень визначено температурні показники у відповідності до глибини замірів та встановлено, що їх значення коливається в межах  $+36,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+101,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  в окремих секторах.

**Висновки.** Горіння породних відвалів вугільних шахт та центрально-збагачувальних фабрик спричиняють погіршення рівня екологічної безпеки вуглевидобувного регіону. Для запобігання самозайманню відвалів необхідно дотримуватися вимог складування породи, а ліквідацію горіння необхідно здійснювати шляхом переформатування відвалів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Попович В. В. Характеристика осередків самозаймання породних відвалів вугільних шахт Нововолинського гірничопромислового регіону / В. В. Попович // Наук. вісник Нац. лісотех. ун-ту України: зб. наук.-техн. праць. – 2009. – Вип. 19.12. – С. 77-82.
2. Попович В. В. Фітомеліорація згасаючих териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну / В. В. Попович // Монографія. – Львів: вид-во ЛДУБЖД. – 2014. – 174 с.
3. Попович В. В. Вплив кліматичних умов на розвиток рослинності техногенних ландшафтів Малого Полісся у зимовий період / В. В. Попович // Науковий Вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.3. – С. 37-42.
4. НПАОП 10.0-5.21-04 «Інструкція із запобігання самозапалюванню, гасіння та розбирання породних відвалів» (до п. 8.5.6 «Правила безпеки у вугільних шахтах»).
5. СОУ 10.1.00174125.010:2007 «Породні відвали вугільних шахт і збагачувальних фабрик. Вимоги до формування, запобігання самозапалюванню, розбирання і гасіння» зареєстровано державним підприємством «Український науково-дослідний та учений центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від 12.12.07 № 3259752/1646 (СОУ 10.1.00174125.010:2007).

*С. Ю. Рагимов, к. т. н., доцент,  
Национальный университет гражданской защиты Украины*

#### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Проблема снижения горючести материалов и повышения огнестойкости конструкций выделена в настоящее время в одно из приоритетных научных направлений фундаментальных и прикладных исследований. В нем предусмотрено выполнение работ, направленных на обеспечение противопожарной защиты, разработку огнезащитных средств, снижающих горючесть материалов и повышающих огнестойкость строительных конструкций, разработку и совершенствование методов определения пожарной опасности материалов. Анализ пожарной опасности показывает, что ощутимый материальный ущерб экономике всего мира наносят пожары, значительно усложняя экологическую обстановку, подвергая опасности жизнь людей. Пожар на объекте рассматривается как горение, не предусмотренное технологическим процессом и являющееся причиной

повреждения и разрушения зданий и различных объектов, как в результате сгорания горючих конструктивных элементов, так и деформаций (тепловой ползучести) нагруженных конструкций от интенсивного нагрева. Таким деформациям подвержены железобетонные и металлические конструкции (особенно без защитной изоляции) вследствие уменьшения прочности и упругих характеристик материалов с ростом температуры.

Предел огнестойкости конструкций определяется временем от начала теплового воздействия до возникновения одного из предельных состояний по огнестойкости:

1) по потере плотности;

2) по потере теплоизоляции (повышение температуры на необогреваемой поверхности в среднем более, чем на 160 °С, или более 220°С, независимо от начального значения, т.е. температуры воспламенения распространенных сгораемых материалов - тканей, бумаги, древесной стружки);

3) по потере несущей способности конструкций.

Методика определения теплозащитных свойств сложных по структуре строительных и других конструкций основана на численном интегрировании уравнения теплопроводности с переменными коэффициентами теплопроводности материалов, теплопередачи для обогреваемой поверхности и теплопроводности воздуха для композитной преграды с произвольной слоистой структурой из любого материала для определения температуры прогрева во времени слоев материалов и воздуха во внутреннем объеме объекта. В качестве внешнего воздействия используется вышеприведенная функция «стандартного пожара» или может быть использована произвольная функция времени температуры внешнего источника - тепловой удар при взрыве или воздействия огневого шара при воспламенении облака парогазовоздушной смеси.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Блох А.Г. и др. Теплообмен излучением: Справочник/ А.Г.Блох, Ю.А.Журавлев, А.Н.Рыжков. – М.: Энергоатомиздат. 1985. – 160 С.

*Д. В. Руденко, к. т. н., Ю. О. Охтема, курсант,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності.*

#### АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТИЗОВАНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ

У найбільш серйозних пожежах рятувальники піддаються неабиякому ризику, незважаючи на сучасне захисне спорядження, підрозділи повинні часто ризикувати, працюючи у безпосередній близькості зі стихією для того, щоб загасити пожежу і врятувати життя людей. Зрозуміло, що під час проведення аварійно-рятувальних робіт при гасінні пожеж або ліквідації надзвичайних ситуацій деколи відбуваються травмування або загибель людей з числа особового складу підрозділів. Таким чином необхідно здійснювати заходи щодо підвищення ефективності заходів техніки безпеки, з точки зору підвищення безпеки життя особового складу, а використання роботів та безпілотних літальних апаратів може виявитися важливим рішенням проблеми зі смертельними випадками на пожежах.

Виконуючи широкий спектр функцій, роботи можуть взяти на себе деякі з найбільш небезпечних обов'язків в той час як пожежники можуть боротися з вогнем з більш безпечної відстані. Багато різних роботів і безпілотних літальних апаратів в даний час розробляються з метою зниження загрози життю і здоров'ю людини.



Рисунок 1. – Демонстрація TAF-20 в Південному Уельсі

Одним з таких прикладів є Turbine Aided Firefighting machine (TAF 20). Він оснащений спеціальним стволом-турбіною, яка встановлена на компактному гусеничному шасі. Турбіна забезпечена кільцем сопла, яке розпилює воду, подає піну, дрібність якої можна регулювати. Завдяки вбудованій функції підйому і можливості регулювання кута нахилу, вогнегасна речовина може бути розподілена по широкій площині, а також можуть бути компенсовані зміни в напрямку вітру. Крім того, TAF 20 може керуватись дистанційно з відстані до 500 метрів, також автомобіль оснащений вентилятором, щоб очистити приміщення від диму і бульдозерним відвалом, який може перемістити в сторону великі перешкоди, такі як автомобілі і залишки бетонних конструкцій [1].

Подібний у багатьох відношеннях до TAF 20 є Thermite 3.0 – роботизований пожежний засіб для гасіння пожеж, розроблений N&H Technologies в штаті Мен, США, який набагато менший в розмірах. Він виготовлений із сталі, авіаційного алюмінію та інших високоякісних міцних компонентів. Розроблений для тривалого терміну служби і має низькі експлуатаційні витрати. Оснащений декількома вбудованими HD камерами. На відміну від більшості роботизованих пультів дистанційного керування, які мають великі габарити, у Thermite 3.0, пульт утримується в одній руці і включає в себе відеомонітор, прикріплений зверху. Запуск робототехнічних функцій відбувається протягом 5 секунд, вага 700 кг [2].



Рисунок 2. – Загальний вигляд Thermite 3.0



Рисунок 3. – Пульт дистанційного керування Thermite 3.0



Рисун  
ок 4. – подача компактного струменя за допомогою Thermite 3.0



Рисун  
ок 5. – подача піни за допомогою Термітом 3.0

Хорватський виробник DOK-ING випустив у світ новий протипожежний роботизований транспортний засіб MAF-5, яким може керувати один оператор за допомогою дистанційного пульта керування з безпечної для себе відстані. Він гасить пожежі без втручання пожежників з ствола високого тиску. Він транспортує на собі 2200 літрів води і 500 літрів піноутворювача [3]. MAF-5 виглядає як маленький танк, який використовують там, де звичайні пожежні автомобілі не мають змоги проїхати і здатний буксирувати об'єкти. Він пробивається через стіни, ліфти, видаляє перешкоди за допомогою відвалу, який кріпиться на передній частині транспортного засобу. Важливою вимогою проекту було те, що транспортний засіб добре працює в осередку пожежі, не отримуючи значних пошкоджень, здатен безпечно працювати і повертатися з місця пожежі. Дослідники та інженери розробили нове, фірмове, багат шарове термічне покриття яке здатне витримувати 700 °C протягом 15 хвилин або 400 °C протягом 30 хвилин роботи, що робить його придатним для високотемпературних режимів. Іншою вимогою було додавання екологічного зворотного зв'язку для більш безпечного управління. Новий пакет програмного забезпечення на основі алгоритмів розпізнавання силуетів, що виявляє людей за

допомогою тепловізійної камери бачення, яка встановлена на ствол високого тиску. П'ять додаткових водонепроникних камер, встановлених на грейфер, дві камери-кулі з кожного боку, обертальні камери на передній частині транспортного засобу і ззаду також були об'єднані, щоб забезпечити повне уявлення над та навколо транспортного засобу. Коли запас вогнегасних речовин закінчиться, пристрій може бути пов'язаний з альтернативними вододжерелами або піноджерелами, таких як пожежна автоцистерна, гідрант або водоймище [4].



Рисунок 4. – Загальний вигляд TAF-5.

Отже, в цілому, на підставі вище викладеного, бачимо тенденцію масового впровадження роботизованої техніки в пожежну справу, що дає надію на зменшення виникнення ризику для життя і здоров'я рятувальників та підвищення ефективності їх праці.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. [Електронний ресурс]. – Доступний з <https://www.crisis-response.com/comment/blogpost.php?post=221>
2. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.firefightrobot.com/>
3. [Електронний ресурс]. – Доступний з [http://www.dok-ing.hr/products/firefighting/mvf\\_5?productPage=tec](http://www.dok-ing.hr/products/firefighting/mvf_5?productPage=tec)
4. [Електронний ресурс]. – Доступний з <https://www.asme.org/engineering-topics/articles/automotive/robotic-firefighting-vehicles>

*І. В. Рудешко, О. С. Цинкуш,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГІПСОКАРТОННИХ ЛИСТІВ В ЯКОСТІ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЛЯ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Представлені результати випробувань на вогнестійкість елементів металевих конструкцій, що захищені гіпсокартонними листами. Зроблені висновки щодо використання гіпсокартону в якості вогнезахисного матеріалу для металевих конструкцій.

Останнім часом виконання внутрішніх оздоблювальних робіт все частіше проводять із використанням гіпсокартонних листів (ГКЛ). Гіпсокартон являється композитним матеріалом у вигляді листів різних розмірів. Основою ГКЛ є гіпс, зовнішні площини якого облицьовано картоном. Картон виконує роль армування та основи для нанесення оздоблювального матеріалу. Для покращення експлуатаційних якостей а також показників міцності, щільності, водостійкості і вогнестійкості до гіпсу додають спеціальні домішки. За призначенням ГКЛ поділяють на такі види: звичайні, водостійкі, вогнестійкі та вогневодостійкі. Звичайні ГКЛ використовуються в приміщеннях з вологістю до 70%, водостійкі – отримують введенням до гіпсу гранул силікону, вогнестійкі – введенням скловолокна, вогневодостійкі – являють собою комбінацію водостійких та вогнестійких гіпсокартонних листів.

З метою вивчення поведінки гіпсокартону та визначення його теплофізичних характеристик в умовах дії на нього високих температур пожежі були проведені дослідження. Метою випробувань було визначення і порівняння межі вогнестійкості зразків з різних видів ГКЛ за ознакою втрати несучої здатності металевих конструкцій. Для цього були виготовлені зразки, які склалися з шару гіпсокартону завтовшки 12,5 мм, повітряного прошарку 12,5 мм, та металеві пластини 8 мм. Таке розміщення гіпсокартону характерне для використання його в якості вогнезахисту металевих конструкцій. Критерієм межі вогнестійкості було досягнення металевих пластин 500<sup>0</sup>С. Нагрівання зразків проводилось у муфельній печі за методикою [1], що імітує стандартну криву пожежі, шляхом розміщення зразка у попередньо розігріту піч до температури 500<sup>0</sup>С.

Температура на термопарах фіксувалася багатоканальним перетворювачем МТ-1, під'єднаним до персонального комп'ютера. Для випробування було використано гіпсокартон фірми «RIGIPS» двох типів: вогневодостійкий та водостійкий, завтовшки 12,5 мм. Для створення повітряного прошарку по краях металевої пластини були наклеєні вузькі смужки того ж гіпсокартону.

За результатами проведених досліджень можна зробити висновки:

1. Гіпсокартон, як матеріал для вогнезахисту є достатньо ефективним;
2. Порівняння випробувань зразків з різними видами гіпсокартону показало, що межа вогнестійкості металевої пластини, що захищена вогневодостійким гіпсокартоном, становить 153 хв., що майже на 20 хв. більше від водостійкого, для якого межа вогнестійкості становила 134хв.;
3. Суттєву роль для вогнезахисту металевих конструкцій гіпсокартоном відіграє цілісність листів та стійкість до високих температур кріплення листів до конструкції. Недосконале кріплення листів, як правило, може бути причиною передчасного руйнування захисного шару конструкції, що спричиняє зниження її межі вогнестійкості.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Демчина Б.Г., Пелех А.Б. Дослідження нових вогнезахисних покриттів для захисту будівельних конструкцій від дії високих температур // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». -2012. – С.56-63.
2. ДСТУ Б В.1.1-4-98 Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. – Київ: Держбуд України, 1999. – 19с.

*С. Д. Светличная, к. т. н., доцент,  
Национальный университет гражданской защиты Украины*

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ, СВЯЗАННОЙ С РАЗЛИВОМ БЫСТРО ИСПАРЯЮЩЕЙСЯ ЖИДКОСТИ

Аварии, связанные с разливом сильно действующих и ядовитых веществ, представляют значительную угрозу как для населения, так и для подразделений ГСЧС, занимающихся их ликвидацией. Ветер способен переносить ядовитые пары на значительное расстояние от места аварии. Поэтому возникает необходимость прогнозирования распределения концентрации паров с течением времени.

В данной работе на основе решения трехмерного уравнения диффузии предложена модель для оценки концентрации паров жидкости, испаряющейся с поверхности разлива произвольной формы. Согласно этой модели концентрация  $\rho_c(x, y, z, t)$  определяется следующим образом:

$$\rho_c(x, y, z, t) = \rho_i \operatorname{erfc}\left(\frac{z}{2\sqrt{D_z t}}\right) \iint_S G_x(x, \xi, t) G_y(y, \eta, t) d\xi d\eta,$$

где  $\rho_i$  – концентрация насыщенных паров;  $\operatorname{erfc}(z) = 1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-x^2} dx$ . Функции, стоящие под знаком

двойного интеграла, имеют вид

$$G_x(x, \xi, t) = \frac{1}{2\sqrt{\pi D t}} \exp\left[-\frac{w_x(\xi - x)}{2D} - \frac{w_x^2 t}{4D} - \frac{(x - \xi)^2}{4Dt}\right];$$

$$G_y(y, \eta, t) = \frac{1}{2\sqrt{\pi D t}} \exp\left[-\frac{w_y(\eta - y)}{2D} - \frac{w_y^2 t}{4D} - \frac{(y - \eta)^2}{4Dt}\right].$$

Здесь  $D$ ,  $D_z$  – диффузии паров соответственно в горизонтальном и вертикальном направлении;  $\vec{w} = (w_x, w_y)$  – вектор скорости ветра и его составляющие вдоль осей  $X$  и  $Y$ .

Построенная модель может быть использована для расчета концентраций ядовитых веществ в воздухе и определения зон, опасных для пребывания людей.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Копылов Н.П. Аналитическое решение задачи диффузии паров жидкости в атмосфере/ Копылов Н.П., Яйлин Р.А., Кузнецов А.Е. // Пожарная безопасность многофункциональных и высотных зданий и сооружений: материалы XIX науч.-практ. конф. – М.: ВНИИПО, 2005. – Ч.1. – С. 12-15.
2. Тихонов А.Н. Уравнения математической физики/ Тихонов А.Н., Самарский А.А.– М.: Наука, 1977. – 735 с.



### ТЕМПЕРАТУРНІ НАПРУЖЕННЯ В ДВОШАРОВИХ ТРУБОБЕТОННИХ КОЛОНАХ

В будівництві спостерігається тенденція до зведення висотних надійних будівель. Будівництво таких споруд передбачає застосування економічних, високоміцних і безпечних в експлуатації вертикальних несучих конструкцій.

Сучасні технології в сфері будівництва дозволяють не тільки збільшити надійність будівель, але і зробити їх значно привабливішими, застосовуючи різноманітні архітектурно-планувальні рішення і нові технології в будівництві. На сьогоднішній день у багатьох країнах набули поширення трубобетонні конструкції. Їх використання дозволяє збільшити стійкість будівель в декілька разів за рахунок блокування тріщиноутворення у бетоні сталеву обоймою. До переваг слід віднести більш спрощені умови їх технології виготовлення та монтажу на їх основі несучих конструкцій перекриття поверхів. Щодо пожежної безпеки об'єктів будівництва, зведених на основі каркасів із трубобетонними колонами, то необхідно відзначити, що методи розрахункової оцінки вогнестійкості таких колон відсутні. Це показує аналіз робіт, що присвячені вогнестійкості сталезалізобетонних конструкцій та відповідних стандартів для розрахункових методів [1,2].

В даній роботі запропонована методики аналітичного визначення та дослідження термонапруженого стану трубобетонних колон при їх нагріві. Трубобетонна колона моделюється двошаровим циліндром виготовленим із труби заповненої бетоном. Якщо трубобетон нагрівається до деякої сталої температури  $t$ , то температурні напруження і переміщення досліджуються з рівнянь термопружності [3].

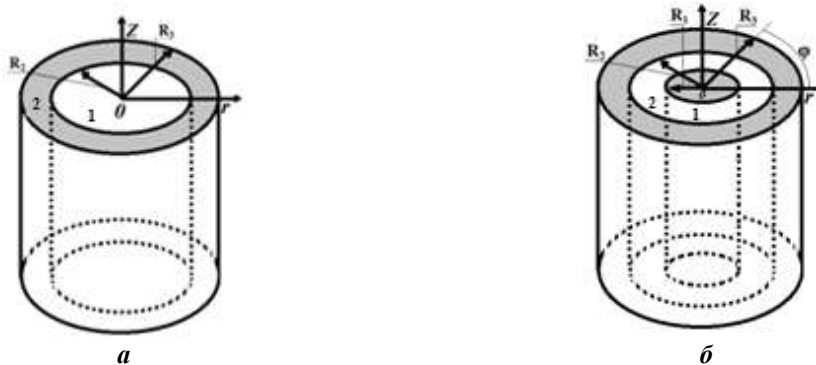
В одношарових циліндричних конструкціях при нагріві температурні напруження залежать від величини фізико-механічних характеристик матеріалу з якого вона виготовлена, її радіуса, величина температури та умов закріплення на об'єкті.

В багатошарових колонах величини температурних напружень і переміщень, крім вище перерахованих параметрів, залежить ще й від різниці фізико-механічних характеристик матеріалів з яких виготовлені ці шари.

В роботі розглянуто трубобетонні колони двох типів: а - сталева обойма заповнена бетоном (*рис. 1а*); б - сталева обойма заповнена бетоном з отвором (*рис. 1б*).

На рисунку 1:  $R_1$  – радіус отвору, м;  $R_2$  – зовнішній радіус бетону, м;  $R_3$  – зовнішній радіус сталеві обойми, м.

Одержані аналітичні вирази радіальних, кільцевих і осьових температурних напружень в трубобетонній конструкції бокова поверхня якої вільна від навантаження, а торці зацемлені.



**Рисунок 1 – схематичне зображення досліджуваних колон**

Зокрема радіальні температурні напруження для колони визначаються з виразу

$$\sigma_i(r) = \frac{E_i}{(1+\nu_i) \cdot (1-2\nu_i)} \cdot \left( A_i - \left( \frac{B_i}{r^2} \right) (1-2\nu_i) - (1+\nu_i) \cdot \alpha_i^{(t)} \Delta t \right), \quad i=1,2, \quad (1)$$

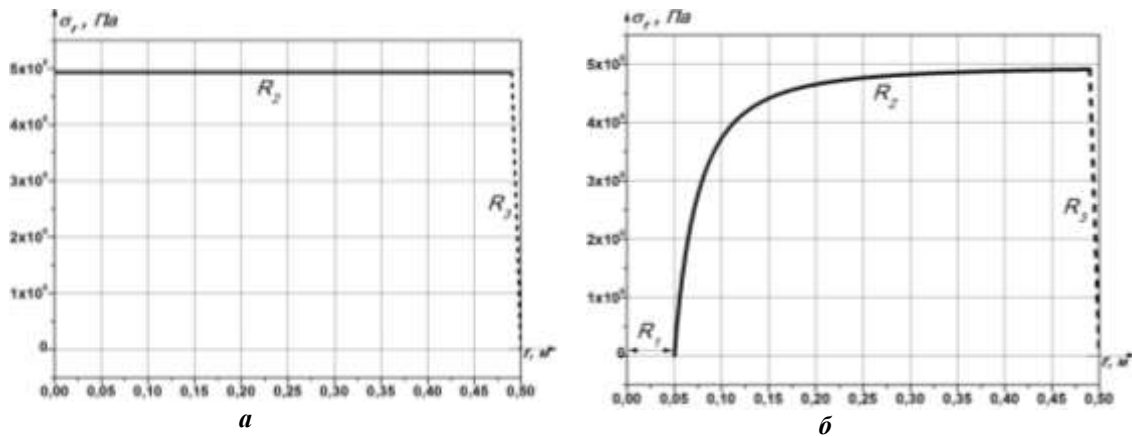
де  $\sigma_i(r)$  – радіальні температурні напруження для  $i$ -го шару, Па;  $E_i$  – модуль пружності, Па;  $\nu_i$  – коефіцієнт Пуассона;  $\alpha_i^{(t)}$  - температурний коефіцієнт лінійного розширення,  $\frac{1}{K}$ ;  $\Delta t = t - t_0$ ;  $t_0$  – початкова температура колони,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t$  – температура нагріву колони,  $^{\circ}\text{C}$ ,  $A_i$  і  $B_i$  – сталі інтегрування, які знаходяться з граничних умов.

Індексом 1 позначені фізико-механічні характеристики бетону, а індексом 2 – металу.

Розрахунок термонапруженого стану колон радіусом  $R=0.5\text{м}$  проводився при таких фізико механічних характеристиках:

$\nu_1 = 0.17$ ;  $\nu_2 = 0.3$ ,  $E_1 = 2.1 \cdot 10^{10}$ , Па;  $E_2 = 2.1 \cdot 10^{11}$ , Па;  $\alpha_t^{(1)} = 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K}$ ;  $\alpha_t^{(2)} = 14 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K}$ ;  $\Delta t = 300$  °С.  
 Радіус отвору  $R_1 = 0.05$  м.

Результати обчислень зображені графічно на рисунку 2.



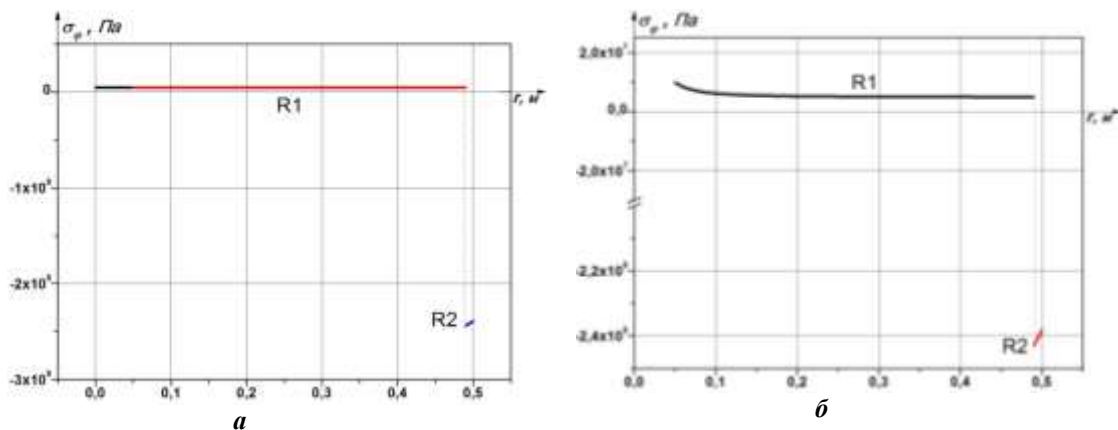
**Рисунок 2 – розподіл радіальних температурних напружень по товщині трубобетонної колони**

На рис. 2а показана зміна температурних напружень по товщині суцільної колони (рис. 1а), а на рис. 2б – колони з отвором (рис. 1б). Суцільна лінія відображає розподіл напружень у бетоні, а пунктирна – у металевій обоймі.

Аналізуючи рис. 2 можна сказати, що в обох типах колон виникають розтягуючі радіальні напруження. Величина цих напружень не перебільшує 5 МПа. У колоні першого типу максимальна величина напружень сягає 4,93 МПа, а у колоні з діаметром отвору 10 см – 4,9 МПа, отже різниця між ними не перебільшує 1%.

З рис. 2б видно, що температурні напруження спадають до нуля при радіусі  $r$ , що прямує до  $R_1$ .

Як видно з рис. 2б отвір в трубобетонній колоні значно зменшує напруженість бетону в центральній частині.



**Рисунок 3 – розподіл кільцевих температурних напружень трубобетонної колони**

На рис. 3 графічно зображені кільцеві температурні напруження. Їх аналіз показує, що вони є розтягуючими в бетоні і стискаючими в металевій обоймі. Наявність отвору збільшує величину напружень на поверхні отвору в два рази.

Максимальні осьові напруження, в тубобетоні рівні  $\sigma_z = -9,53 \cdot 10^8$  Па і є стискаючими. Отвір в центрі колони не впливає на осьові напруження.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Стороженко Л.И. Объемное напряженно-деформированное состояние железобетона с косвенным армированием: Дисс. докт. техн. наук. Кривой Рог, 1984. - 587 с.
2. EN 1994-1-2:2009 Eurocode 2: Design of composite steel and concrete structures Part 1-2: General rules - Structural fire design, Brussels, 2009.
3. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. – М.: Наука, 1975. – 576 с.

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОЖЕЖІ В РЕЗЕРВУАРНОМУ ПАРКУ ЗА УМОВ РОЗЛИВУ НАФТОПРОДУКТІВ

Пожежі на складах нафти і нафтопродуктів часто супроводжуються викидами та скипаннями нафтопродуктів які зберігаються в середині резервуарів. Такі явища несуть велику загрозу для життя та здоров'я рятувальників, а також призводять до поширення пожежі на велику площу. Пожежа 2015 року, що сталася на нафтобазі «БРСМ Нафта» у Васильківському районі Київської області почалася із горіння нафтопродуктів у вертикальному сталевому резервуарі та часткового розливу ЛЗР (рис. 1).

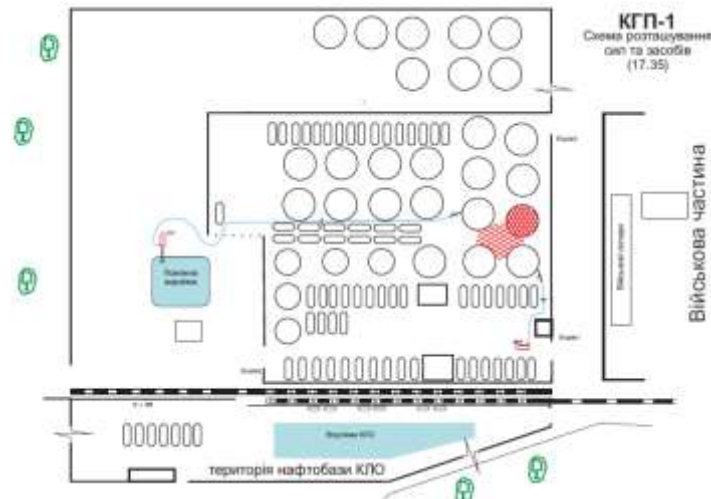


Рисунок 1 – схематичне зображення пожежі на нафтобазі БРСМ станом на 17:35 год

Горіння нафтопродуктів супроводжується високою температурою полум'я, інтенсивним димоутворенням та високою інтенсивністю теплового випромінювання. Теплове випромінювання є одним з головних факторів які діють на особовий склад ДСНС та сусідні резервуари. Мінімальна відстань на яку зможуть наблизитися підрозділи ДСНС зумовлена інтенсивністю теплового впливу від факела пожежі. Теплові потоки створюють велику загрозу поширення пожежі на сусідні резервуари. Для визначення мінімальної відстані між резервуарами та безпечної відстані для особового складу необхідно теоретично розрахувати тепловий вплив від полум'я пожежі. Результати таких досліджень можуть використовуватися при складанні нормативної документації з проектування резервуарних парків, а також при розробленні планів пожежогасіння в яких можна визначити безпечні відстані для розташування ствольщиків. В Україні діє наказ Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків чорнобильської катастрофи № 75 «Інструкція щодо гасіння пожеж у резервуарах із нафтою та нафтопродуктами» [1]. Згідно цієї інструкції можна визначити кількість сил і засобів необхідних для ліквідації пожежі, максимально припустимий час введення сил і засобів для охолодження резервуарів, які розташовані поряд з резервуаром, що горить, та багато інших параметрів необхідних КГП для успішної ліквідації пожежі. Проте моделі запропоновані в цьому наказі мають загальний характер і застосовуються для всіх видів резервуарних парків. Очевидно, що кожен резервуарний парк на теренах України має характерні особливості зумовлені геометричними розмірами резервуарів, плануванням території, кліматичні умови тощо. Тому ефективніше розробити математичні моделі для визначення вищезгаданих параметрів індивідуально для кожного об'єкту нафтогазової промисловості.

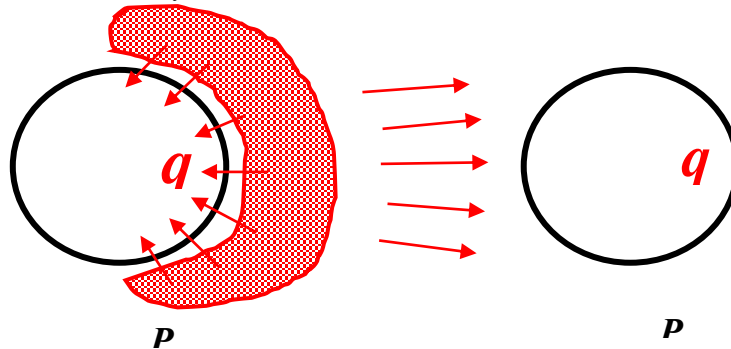
Вплив інтенсивності теплового потоку на сусідні резервуари з врахуванням напрямку вітру за умов горіння резервуара досліджено в роботі [2]. Дана робота присвячена моделюванню процесів теплообміну за умов розливу нафтопродуктів. Поєднавши результати досліджень можна буде визначити тепловий вплив на сусідні об'єкти за умов горіння в межах резервуара та розливу нафтопродуктів.

В роботі змодельовано пожежу в резервуарному парку. Горить нафтопродукт який розлитий в межах обвалування (рис. 2).

Резервуари №1 і №2 сприйматимуть тепло в наслідок теплового випромінювання та конвекційного теплообміну. Кондуктивний теплообмін в математичній моделі не враховано. Вплив інтенсивності теплового потоку на резервуари можна виразити рівнянням

$$q_{1-1} = q_{1-1}^e + q_{1-1}^k, \quad q_{1-2} = q_{1-2}^e + q_{1-2}^k, \quad (1)$$

де  $q_{1-1}$ ,  $q_{1-2}$  – інтенсивність теплового впливу, яку сприймає РВС №1 та РВС №2 відповідно, кВт/м<sup>2</sup>;  $q_{1-1}^6$ ,  $q_{1-2}^6$  – інтенсивність теплового випромінювання на РВС №1 і РВС №2 відповідно, кВт/м<sup>2</sup>;  $q_{1-1}^k$ ,  $q_{1-2}^k$  – інтенсивність конвекційного впливу на РВС №1 і РВС №2 відповідно, кВт/м<sup>2</sup>.



**Рисунок 2 – Схематичне зображення пожежі**

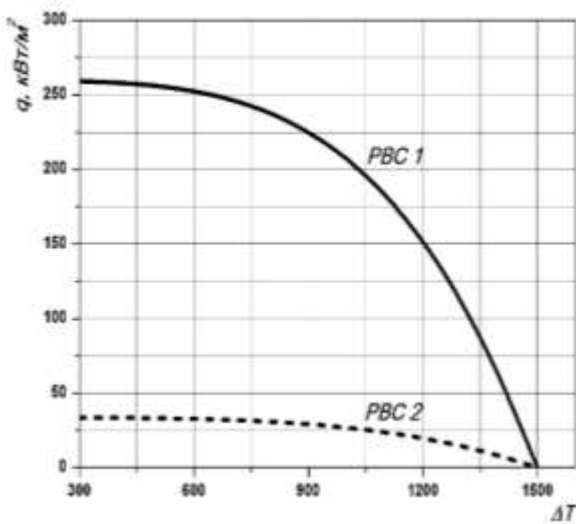
Інтенсивність теплового випромінювання для обох резервуарів визначено за законом Стефана-Больцмана

$$q_{1-1}^6 = \varepsilon_{\text{при}} \psi_{1-1} \cdot 5.67 \left[ \left( \frac{T_n}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_{\text{№1}}}{100} \right)^4 \right] \quad q_{1-2}^6 = \varepsilon_{\text{при}} \psi_{1-2} \cdot 5.67 \left[ \left( \frac{T_n}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_{\text{№2}}}{100} \right)^4 \right] \quad (2)$$

де  $\varepsilon_{\text{при}} = \left( \frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)^{-1}$  – призведений ступінь чорноти системи резервуар-факел полум'я;  $\varepsilon_1$  – ступінь чорноти факелу полум'я;  $\varepsilon_2$  – ступінь чорноти стінок резервуара;  $\psi_{1-1}$  – кутовий коефіцієнт випромінювання для РВС №1;  $\psi_{1-2}$  – кутовий коефіцієнт випромінювання для РВС №2;  $T_n$  – температура факелу полум'я, К;  $T_{\text{№1}}$ ,  $T_{\text{№2}}$  – температура стінок резервуарів №1 і №2 відповідно, К.

Інтенсивність конвекційного впливу  $q_{1-1}^k$ ,  $q_{1-2}^k$  – визначається з формули (3)

$$q_{1-1}^k = \alpha_{\kappa}^{\text{№1}} (T_n - T_{\text{№1}}), \quad q_{1-2}^k = \alpha_{\kappa}^{\text{№2}} (T_n - T_{\text{№2}}), \quad (3)$$



**Рисунок 3 – Залежність інтенсивності теплового впливу на резервуари від різниці температур  $\Delta T$**

де  $\alpha_{\kappa}$  – коефіцієнт теплообміну,  $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$ . За умов відсутності вітру приймалося, що РВС №2 не буде нагріватися за рахунок конвекції, тобто при швидкості вітру  $V_{\text{в}} = 0$ ,  $q_{1-2}^k = 0$ .

За даною моделлю проведені розрахунки теплового впливу на РВС №1 та РВС №2. Результати представлені графічно на рисунку 3.

На графіку суцільна крива відображає інтенсивність теплового впливу на РВС №1, а пунктирною – на РВС №2 в залежності від різниці температур полум'я  $T_n$  та стінок резервуарів  $T_{\text{№1}}$  і  $T_{\text{№2}}$ , відповідно. З графіку видно, що на початковий момент пожежі, коли різниця температур  $\Delta T$  максимальна, РВС №1 сприйматиме тепло з інтенсивністю 260 кВт/м<sup>2</sup>, а РВС №2 – 34 кВт/м<sup>2</sup>. При розрахунках прийнято радіус розливу 5 м, діаметр резервуарів 10.4 м, відстань між резервуарами 7 м.

Розрахунки проведені за умов відсутності вітру. Результати досліджень з врахуванням дії вітру будуть представлені у подальших публікаціях.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МНС України від 16 лютого 2004 р. №75 «Інструкція щодо гасіння пожеж в резервуарах і резервуарних парках» НАПБ 05.035. – 2004.
2. Семерак М. М. Вплив швидкості вітру на коефіцієнт теплообміну між стінкою резервуара і продуктами горіння нафтопродуктів / М. М. Семерак, М. Р. Михайлишин // Зб. наук. Праць XII Міжнар. Наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів: [в 2 ч.]. Ч. 1. – Львів: ЛДУ БЖД, 2017 – 358 с., - С. 54-56.

А. С. Сизиков<sup>1</sup>, Ю. В. Беляев, к. т. н., доцент,<sup>2</sup> И. М. Цикман, к. т. н.<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь, г. Минск, <sup>2</sup> Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» БГУ, Минск, Республика Беларусь

## О РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ДВУНАПРАВЛЕННЫХ СПЕКТРОПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТРАЖЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Одной из задач, успешно реализуемых Министерством по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, является обеспечение функционирования системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [1]. Для тематической обработки информационных данных, получаемых посредством аэрокосмических систем дистанционного зондирования, особое значение имеет база данных по коэффициентам спектральной яркости (отражения) различных естественных и искусственных поверхностей [2].

При дистанционном зондировании Земли (ДЗЗ) крайне важны как проведение полетных калибровок, так и повышение достоверности тематической классификации. Это возможно лишь при условии наличия высокоточных и максимально полных данных по спектрально-отражательным характеристикам объектов, в частности на современном этапе обработки и использования данных имеется насущная необходимость в измерениях коэффициентов спектральной яркости (отражения) (КСЯ) разнообразных естественных и искусственных поверхностей.

Спектральные характеристики объектов являются ключевыми при выборе рабочего спектрального диапазона гиперспектральных бортовых сенсоров, интерпретации космических снимков, классификации природных поверхностей. Поэтому получение и сохранение новой спектральной информации об объектах является весьма важной задачей. Имеющаяся как в России, так и в Беларуси база стендовых измерений спектральных, энергетических и геометрических характеристик аэрокосмических систем дистанционного зондирования, с одной стороны, удовлетворяет в полной мере современным требованиям, с другой стороны база спектральных данных объектов совершенно недостаточна.

Наиболее общей характеристикой отражения, используемой при тематической обработке в дистанционном зондировании является двунаправленный коэффициент отражения  $r$ , зависящий как от углов падения (зенитного –  $\theta_0$  и азимутального –  $\varphi_0$ ), так и от углов отражения ( $\theta$ ,  $\varphi$ ) и определяемый формулой (1):

$$r = \frac{I(\theta, \varphi)}{I_0(\theta_0, \varphi_0)}, \quad (1)$$

где  $I(\theta, \varphi)$  – интенсивность излучения, отраженного поверхностью в направлении  $(\theta, \varphi)$ .

$I_0(\theta_0, \varphi_0)$  – интенсивность падающего излучения в направлении  $(\theta_0, \varphi_0)$ .

В силу произвольности выбора отсчета азимута, физическая величина (двунаправленный коэффициент отражения) не может зависеть от его абсолютного значения. Обычно полагают  $\varphi_0 = 0$ , т.е. отсчитывают все азимуты от азимута падения. Поэтому двунаправленный коэффициент отражения есть функция трех переменных:  $r(\theta, \varphi, \theta_0)$ . Тогда выражение (1) принимает вид (2):

$$r(\theta, \varphi, \theta_0) = \frac{I(\theta, \varphi)}{I_0(\theta_0)}. \quad (2)$$

Измеряя спектральную плотность энергетической яркости (СПЭЯ) падающего и отраженного излучения от различных образцов на поворотном столике разрабатываемого комплекса при углах –  $\theta$ ,  $\theta_0$ ,  $\varphi$ , можно будет определять двунаправленный коэффициент отражения  $r$  и изучать степень анизотропии отраженного от объекта излучения, являющейся характеристикой различных объектов.

С этой целью в настоящее время работниками отдела аэрокосмических исследований НИИПФП им. А.Н. Севченко БГУ при содействии НИИ ПБиЧС МЧС Республики Беларусь осуществляется разработка специального комплекса для измерений двунаправленных спектрополяризационных коэффициентов отражения природных и искусственных объектов, что позволит существенно повысить возможность проведения корректной и качественной тематической обработки получаемых информационных данных, точность определения параметров объектов дистанционного мониторинга, в том числе в зонах чрезвычайных ситуаций [3]. Аналоги подобных установок в странах СНГ и России отсутствуют. При этом возможности разрабатываемого комплекса будут расширены по сравнению с существующими зарубежными аналогами [4].

Без использования реальных полевых условий (что позволит значительно сократить затраты на проведение измерений) будет составлена база данных различных объектов и поверхностей по СПЭЯ, КСЯ и поляризационным отражательным характеристикам. Появится возможность интерпретировать данные

полетных калибровок датчиков ДЗЗ и повысить надежность и достоверность получаемых данных оптического дистанционного зондирования с датчиков аэрокосмических носителей. Наличие данных получаемых с разрабатываемого комплекса позволит провести валидацию данных снимаемых с белорусского космического аппарата, функционирующего на космической орбите.

Таким образом, данные, получаемые с помощью разрабатываемого комплекса, позволят точнее использовать данные мониторинга окружающей среды с аэрокосмических носителей, точно измерять контролируемые параметры и учитывать последствия чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также последствия антропогенного воздействия на природные объекты и экологическую безопасность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Возможность использования авиационной спектральной системы «АВИС» для дистанционного мониторинга ЧС / Б.И. Беляев, В.А. Сосенко, А.В. Чумаков, Ю.В. Беляев, А.С. Сизиков // Журн. CNBOP «Bezpieczestwo i Technika Pożarnicza/ Safety & Fire Technique» Vol. 34/2/14, June 2014 (Польша). – С. 105-114.
2. Определение спектральных характеристик эталонных образцов загрязнений поверхности земли, возникающих вследствие чрезвычайных ситуаций / А.С. Сизиков, Ю.В. Беляев, И.М. Цикман, Ю.А. Крот, А.А. Пасенюк // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2015. – № 2(38) – С. 27–34.
3. Лабораторные измерения спектральных характеристик эталонных образцов загрязнения поверхности земли, возникающих вследствие ЧС техногенного характера, связанных с разливом (утечкой) нефтепродуктов / А.С. Сизиков, Ю.В. Беляев, И.М. Цикман, А.П. Попков // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: Сборник научных трудов VII Международной научно-практической конференции: В 2-х ч. Ч. 2. – Минск, 2016. – С. 130–142.
4. Комплекс для измерений двунаправленных спектрополяризационных коэффициентов отражения природных и искусственных объектов / А.С. Сизиков, Ю.В. Беляев, И.М. Цикман // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2016. – № 2(40) – С. 22–29.

*Т. М. Скоробагатько, С. Ю. Огурцов, к. т. н., с. н. с., І. Г. Стилик, В. С. Бенедюк, УкрНДІЦЗ*

#### ОСОБЛИВОСТІ ПАРАМЕТРІВ ГОРІННЯ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА ТА ЙОГО СУМІШЕЙ З ДИЗЕЛЬНИМ ПАЛИВОМ

Біодизельне паливо являє собою складні ефіри вищих жирних кислот і нижчих одноатомних спиртів – метилового, рідше (насамперед через низьку глибину перетворення вихідної сировини) етилового або ізопропілового. Для його одержання проводять переестерифікацію рослинної олії цими спиртами з подальшим ретельним очищенням суміші від води, гліцерину та інших технологічних домішок [1].

У результаті аналізу національних нормативних документів [2-5] на виготовлення ефірів жирних кислот, які використовуються як паливо для двигунів внутрішнього згорання виявлено, що в них регламентується тільки один показник пожежовибухонебезпеки – температура спалаху. Інформації про інші показники пожежовибухонебезпеки, а також даних щодо параметрів горіння і рекомендованих способів гасіння цих речовин у літературних джерелах немає.

Метою цих досліджень було визначення температури полум'я та масової швидкості вигорання біодизельного палива та його сумішей з дизельним паливом під час горіння.

Дослідженням піддавались три зразки палива, а саме: «зразок № 1» - біодизельне паливо за ДСТУ 6081 [4]; «зразок № 2» - дизельне паливо за ДСТУ 4840 [6] з вмістом 30% біодизельного палива за ДСТУ 6081 [4]; «зразок № 3» - дизельне паливо за ДСТУ 4840 [6].

Під час проведення експериментальних досліджень використовувалось металеве деко модельного вогнища 34В (площа поверхні горіння 1,07 м<sup>2</sup>), яке було розміщено на вагах, встановлених у випробувальному боксі на рівній твердій поверхні. Для визначення температури полум'я використовувалась вимірювальна система на базі модуля типу ADAM та три термопари типу ТХА, встановлених за допомогою штативів уздовж вертикальної осі дека. Місця встановлення термопар визначались за результатами попереднього досліду, під час якого визначалась можлива максимальна висота полум'я. Зміна маси зразка у процесі горіння фіксувалась візуально за допомогою дисплея ваг із дискретністю одне вимірювання за 10 секунд. Дискретність опитування термопар, за допомогою яких визначалась температура полум'я, становила 1 вимірювання за секунду.

За температуру полум'я приймали найбільше значення температури, виміряної однією з трьох термопар протягом горіння зразка.

З метою визначення масової швидкості вигорання зразків було застосовано описаний у роботі [7] підхід, який передбачає оброблення отриманих експериментальних даних, а саме набір пар значень (тривалість горіння – маса зразка) за допомогою математичного процесору MATLAB 2013 та побудови рівняння регресії у вигляді полінома шостого ступеня:

$$m(t) = a \cdot t^6 + b \cdot t^5 + c \cdot t^4 + d \cdot t^3 + e \cdot t^2 + g \cdot t + j, \quad (1)$$

де,  $t$  – час, с;

$a, b, c, d, e, g, j$  – коефіцієнти рівняння регресії.

Масова швидкість вигорання ( $G_m$ ) визначалась як похідна функції зміни маси  $m(t)$ :

$$G_m = dm/dt \quad (2)$$

З метою дослідження зміни масової швидкості вигорання в часі, проводився аналіз функції  $G_m(t)$  через знаходження її екстремумів у заданому діапазоні значень проміжків часу, що відповідало тривалості проведення експериментальних досліджень.

Графічне відображення результатів експериментальних досліджень представлено на рисунках 1, 2.

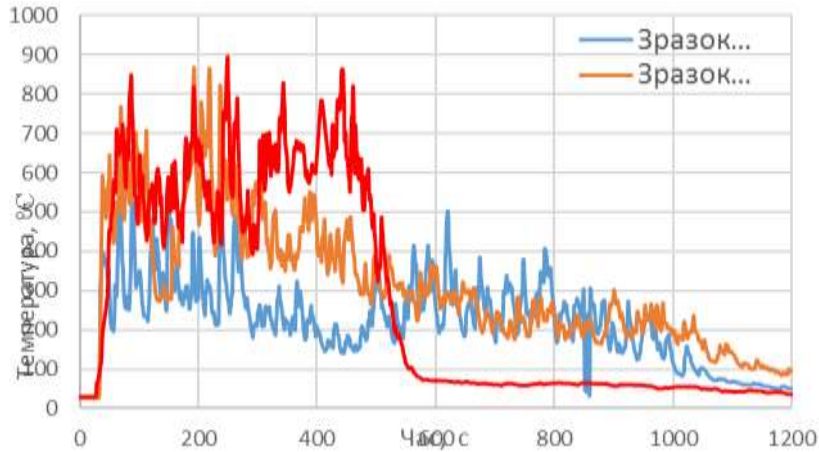


Рисунок 1 – Залежність температури полум'я від тривалості горіння зразків

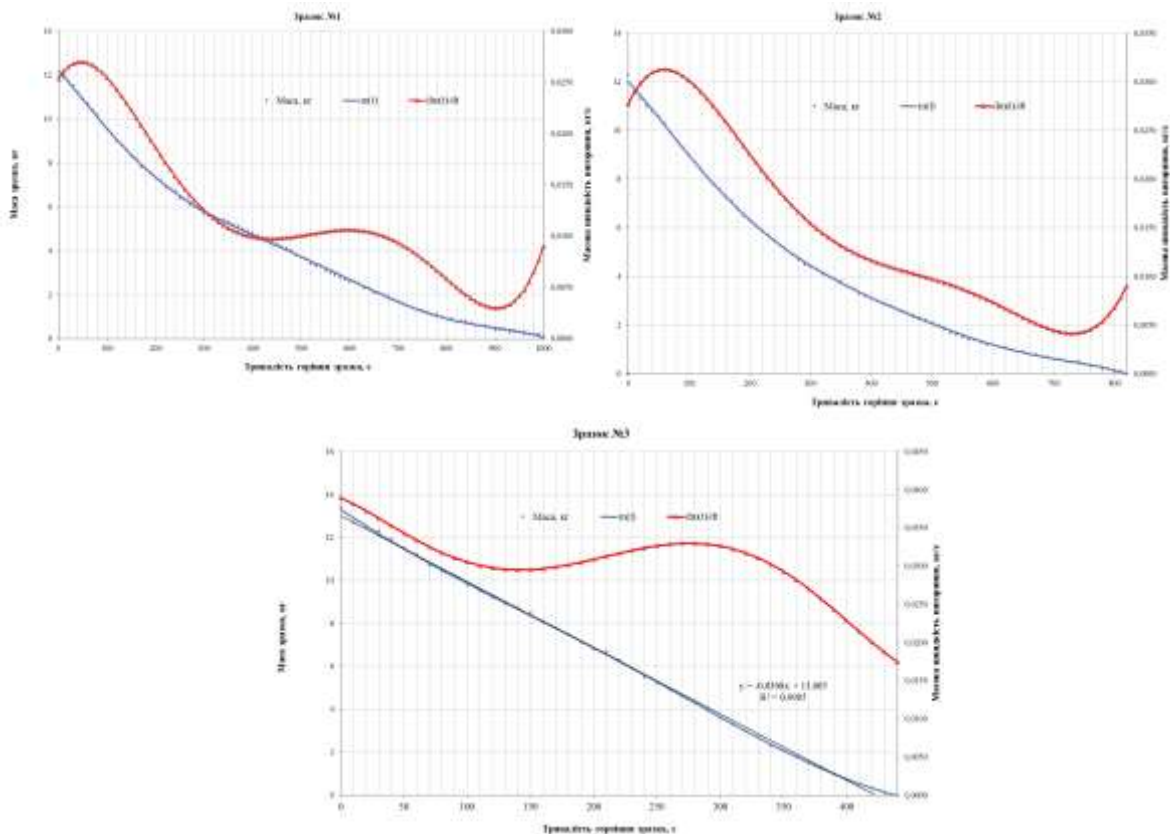


Рисунок 2 – Залежності зміни маси зразків та масової швидкості вигорання від тривалості горіння

За результатами проведених досліджень встановлено, що масова швидкість вигорання біодизельного палива вдвічі менша відносно аналогічного показника для традиційного дизельного палива.

Також встановлено, що масова швидкість вигорання біодизельного палива суттєво змінюється залежно від тривалості його горіння та знаходиться у межах від 0,54 кг/(м<sup>2</sup>·хв) до 1,50 кг/(м<sup>2</sup>·хв) для модельного вогнища рангу 34В.

Вміст 30% біодизельного палива у дизельному паливі впливає на зниження масової швидкості вигорання суміші та температури полум'я.

Порівняльний аналіз отриманих експериментальних даних щодо масової швидкості вигорання та температури полум'я з даними літературних джерел, виявив певні розбіжності, для уточнення яких доцільно провести додаткові дослідження на модельних вогнищах більшого рангу.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Пожежна небезпека біодизельного палива та особливості його гасіння /Скоробагатько Т.М. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.undicz.mns.gov.ua/news/488.html>.
2. СОУ 24.14-37-561:2007 Ефіри метилові жирних кислот для дизельних двигунів. Вимоги й методи оцінки.
3. ДСТУ ISO 5509-2002 Жири та олії тваринні і рослинні. Приготування метилових ефірів жирних кислот (ISO 5509:2000, IDT).
4. ДСТУ 6081:2009 Паливо моторне. Ефіри метилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги.
5. ДСТУ 7178:2010 Паливо альтернативне. Естери етилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги та методи контролювання.
6. ДСТУ 4840:2007 Паливо дизельне підвищеної якості. Технічні умови.
7. Дунюшкін В.О. Дослідження параметрів горіння модельних вогнищ класу А / Дунюшкін В.О., Огурцов С.Ю., Цимбалістий С.З. // Науковий вісник УкрНДІПБ: Науковий журнал. – К., УкрНДІПБ МНС України, 2011, № 1(23). – С. 37-47.
8. Иванников В.П., Клюс П.П. Справочник руководителя тушения пожара. М.: Стройиздат, 1987. – 288 с.
9. Тербенев В.В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений. М.: ИБС-Холдинг, 2005. — 248 с.
10. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. Учебное пособие. - М.: Академия ГПС МВД России, 2000. - 118 с.
11. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования.

*К. Р. Умеренкова, к. т. н., доц.,  
Национальный университет гражданской защиты Украины*

#### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОГNETУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ

Замена озоноразрушающих хладонов требует изменений в конструкциях существующих систем пожаротушения [1]. В качестве потенциально возможных озонобезопасных огнетушащих веществ, взамен озоноразрушающих хладонов (114В2, 13В1 и состава типа "3,5") в автоматических установках пожаротушения объектов особой важности рекомендованы следующие:

- углекислота  $\text{CO}_2$ ;
  - азот  $\text{N}_2$ ;
  - аргон  $\text{Ar}$ ;
  - смеси инертных газов
- (составы типа "Аргонит" (IG-550, [50% $\text{N}_2$ +50% $\text{Ar}$ ];  
"Инерген" (IG-541, [52% $\text{N}_2$ +40% $\text{Ar}$ +8% $\text{CO}_2$ ]).

При конструировании автоматических установок газового пожаротушения (АУГП) основной величиной для расчетов является масса (и, соответственно, плотность) газового огнетушащего состава, необходимая для тушения пожара. Поэтому актуальным является создание методик, позволяющих получать численные значения необходимой информации расчетным путем с достаточной точностью в заданных диапазонах состояний (температура, давление).

В работе [1] приведена методика расчета параметров АУГП. Плотность ГОС определяется по формуле, в которой за основу берется плотность паров ГОС при температуре 293 К и атмосферном давлении 0,1013 МПа, с последующим уточнением при помощи поправочных коэффициентов, учитывающих заданную температуру и высоту расположения объекта относительно уровня моря.

На стадии проектирования важную роль играет расчет геометрии, объемов, гидродинамических характеристик, прочности конструкции рабочих полостей, коммуникаций, запорной арматуры, распыливающих устройств и других элементов автоматических установок пожаротушения. Для корректного выполнения этих расчетов необходима информация о теплофизических свойствах, в частности, плотности, рабочих жидкостей, газов или двухфазных многокомпонентных смесей. Газовые огнетушащие вещества представляют собой индивидуальные химические соединения или смеси соединений, которые при тушении пламени находятся в газообразном состоянии.



В данной работе решена задача расчетного определения плотностей ГОС и проведено сравнение результатов расчета и экспериментальных данных, приведенных в литературе.

Расчеты плотности выполнены с использованием методики определения теплофизических свойств индивидуальных веществ и многокомпонентных смесей в газообразном, жидком и парожидкостном равновесии в широких диапазонах температур и давлений. Методика разработана в ИПМаш НАН Украины и апробирована на решении задач аналогичного типа, что отражено в [2, 3]. Она основана на оригинальной статистико-механической схеме – модифицированной термодинамической теории возмущений.

В табл. 1 приведены результаты расчетов теплофизических свойств перечисленных выше ГОС, полученные с помощью указанной методики и экспериментальные данные из [1]. Значения плотности вычислены при температуре 293 К и давлении 0,1013 МПа, как и работе [1].

В табл. 2, 3 приведены рассчитанные по методике [2, 3] и имеющиеся в литературе [4] значения плотностей углекислого газа и аргона при различных значениях температур и давлений.

**Таблица 1 – Сравнение экспериментальных и расчетных значений плотности газовых огнетушащих составов**

Состав	Плотность (кг/м <sup>3</sup> )	
	Эксперимент [1]	Расчет
CO <sub>2</sub>	1,84	1,8032
N <sub>2</sub>	1,17	1,1477
Ar	1,662	1,6371
"Аргонит" IG-550	1,41	1,3950
"Иннерген" IG-541	1,42	1,3984

**Таблица 2 – Сравнение экспериментальных [4] и расчетных значений плотности Ar, (кг/м<sup>3</sup>)**

T, K	P, МПа	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
250	экспер.	1,924	3,854	7,728	11,623	15,538	19,473
	расчет	1,918	3,829	7,629	11,402	15,143	18,858
300	экспер.	1,602	3,207	6,423	9,643	12,873	16,11
	расчет	1,599	3,193	6,366	9,518	12,651	15,765
350	экспер.	1,373	2,746	5,495	8,251	11,001	13,757
	расчет	1,371	2,738	5,461	8,17	10,863	13,54
400	экспер.	1,201	2,402	4,805	7,209	9,606	12,014
	расчет	1,1997	2,397	4,782	7,156	9,518	11,87

**Таблица 3 – Сравнение экспериментальных [4] и расчетных значений плотности CO<sub>2</sub>, (кг/м<sup>3</sup>)**

T, K	P, МПа	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
280	экспер.	1,9	3,828	7,75	11,78	15,94	20,19
	расчет	1,887	3,766	7,503	11,21	14,89	18,337
300	экспер.	1,77	3,564	7,199	10,91	14,7	18,58
	расчет	1,76	3,516	7,006	10,471	13,911	17,325
320	экспер.	1,66	3,334	6,72	10,16	13,67	17,2
	расчет	1,65	3,297	6,572	9,824	13,054	16,26
350	экспер.	1,516	3,04	6,119	9,23	12,39	15,58
	расчет	1,51	3,015	6,012	8,99	11,95	14,89
400	экспер.	1,323	2,65	5,33	8,026	10,74	13,48
	расчет	1,32	2,639	5,265	7,875	10,472	13,5
500	экспер.	1,059	2,12	4,246	6,377	8,518	10,662
	расчет	1,057	2,113	4,216	6,311	8,396	10,47

Разработанная методика позволяет также рассчитывать свойства **следующих компонентов** и составленных из них смесей:

предельные углеводороды (CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, n-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, i-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, n-C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>, i-C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>, C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>, C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>, C<sub>9</sub>H<sub>20</sub>, C<sub>10</sub>H<sub>22</sub> ...); инертные газы (He, Ne, Ar, Kr, Xe); азот N<sub>2</sub>; двуокись углерода CO<sub>2</sub>; окись углерода CO; водород H<sub>2</sub>; кислород O<sub>2</sub>; вода H<sub>2</sub>O; сероводород H<sub>2</sub>S; бензол C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> и др.

**Определяемые свойства:** уравнение состояния ( $p, V, T$  – соотношения, плотность); коэффициенты теплового расширения и изотермического сжатия; фазовые равновесия жидкость-пар; энергия (Гиббса, внутренняя, свободная); энтальпия; энтропия; теплоемкости ( $C_p, C_v$ ); скорость звука и др.

#### **Диапазоны состояний**

**Жидкое состояние:** давление – от линий парожидкостного равновесия до 1000 МПа (или до линий кристаллизации); температура – от тройной точки до критической точки.

**Газообразное (флюидное) состояние:** давление – до 1000 МПа; температура – до 5000 К (или до температур пиролиза).

**Выводы.** Сравнение рассчитанных по предложенной в [1,2] методике значений плотностей ГОС с опытными данными [1,4] показывает хорошее совпадение результатов расчета и эксперимента. Это позволяет сделать вывод о возможности применения методики

- для вычисления плотностей и расчетной массы ГОС, которая должна храниться в проектируемых АУГП;
- для проведения исследований при разработке новых современных ГОС.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Котлов А.Г. Газовые огнетушащие составы. Практическое пособие по применению /А.Г.Котлов, П.А.Андрейченко // Киев: ООО "НПФ "Бранд мастер", 2004. – 216 с.
2. Маринин В.С. Определение термодинамических характеристик газовых и газоконденсатных смесей /В.С. Маринин, К.Р. Умеренкова // Проблемы чрезвычайных ситуаций.– Харьков: УГЗУ, 2007. – Выпуск 5. – С. 132-139.
3. Маринин В.С. Экологичные двигатели – путь повышения техногенной безопасности окружающей среды /В.С. Маринин, К.Р. Умеренкова // Проблемы чрезвычайных ситуаций.– Харьков: УГЗУ, 2008. – Выпуск 8. – С. 130-135.
4. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М: Наука, 1972. – 720 с.

*Р. В. Уханський, к. т. н., С. В. Черкас, В. А. Ляковський, А. О. Щєблїкїн*

#### **ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ПРОЕКТУВАННЯ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ЦИВІЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

В наш час досить часто зустрічаються випадки, коли дотримання вимог нормативних документів щодо пожежної безпеки трактується проектувальниками по різному. Досить поширена практика, коли під час створення нових проєктів або реконструкції існуючих будівель, проектувальники трактують вимоги на свій лад, що часто призводить до негативних наслідків.

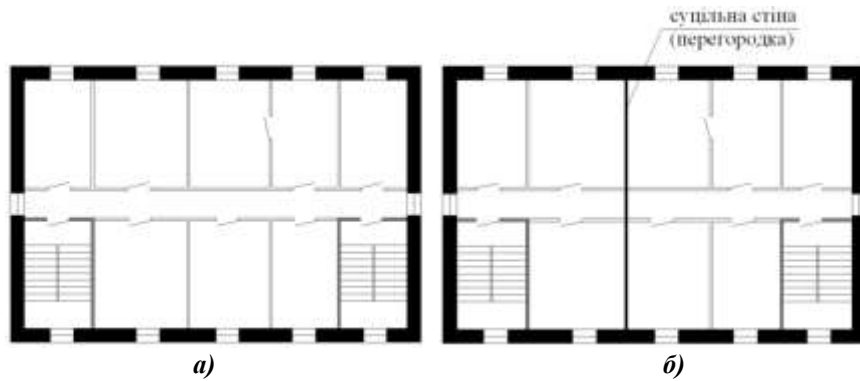
Однією з найпоширеніших тенденцій сучасного містобудування є реконструкції адміністративно-побутових будинків промислових підприємств із зміною їх функціонального призначення та пристосуванням під їх використання у якості офісних центрів, крамниць, різноманітних салонів тощо.

Дана ситуація виникає коли приміщення, яке при початковому проектуванні було призначене для користування лише однією організацією (рис. 1а), через певний час починає здаватись в оренду частинами. Тоді орендарі стикаються з ситуацією, за якої відбуваються територіальні суперечки між ними і виникає необхідність встановлення суцільної стіни або перегородки між двома орендованими частинами (рис 1б).

За таких проєктних рішень маємо ситуацію, коли з поверху є два евакуаційних виходи, але по факту з кожної частини поверху є лише один евакуаційний вихід, що, в свою чергу у разі виникнення пожежі може призвести до тяжких наслідків.

Для розв'язання проблемного проєктного рішення (рис. 2) у перегородці, що поділяє коридор на дві частини, необхідно улаштувати двері з електромагнітним замком, що автоматично відкривається у разі виникнення пожежі від системи автоматичної пожежної сигналізації або у разі зникнення електроживлення.

З метою недопущення подібних проєктних рішень в майбутньому в [1] введена нова вимога, а саме: «Із Будинку, з кожного поверху, протипожежного відсіку, приміщення, а також з частини поверху відокремленої суцільними стінами (перегородками) слід передбачати не менше двох евакуаційних виходів по самостійним (окремим) шляхам евакуації, які ведуть назовні, крім випадків обумовлених у НД».



**Рисунок 1.** – поверх адміністративно-побутового будинку промислового підприємства з двома розосередженими евакуаційними виходами на сходові клітки (а) та після реконструкції та здачі в оренду двом орендарям (б)

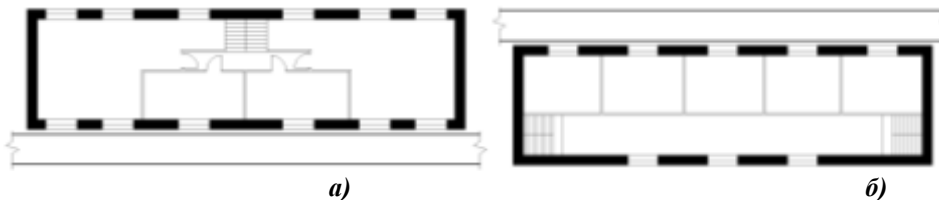
Чинним на сьогодні ДБН В.1.1-7-2002 [2] передбачено, що з будинку, з кожного поверху та з приміщення слід передбачати не менше двох евакуаційних виходів, за винятком випадків, обумовлених НД. Небезпека заключається в тому, що під час пожежі два розосереджені потоки людей зустрінуться в сходовій клітці, що призведе до скупчення людей, затримки часу евакуації та отримання травм.

Під час планування та розбудови території навколо будинку, що проектується або реконструюється, також виникають проблемні питання.

В умовах значної вартості кожного квадратного метра землі забудовник намагається її використовувати по максимуму. В розрізі такої ідеї досить часту виникають проблемні питання щодо кількості проїздів для пожежної техніки навколо повздовжніх стін будинку.

Приміткою 1 таблиці 7.1 [3] передбачено, що до житлових будинків заввишки 9 поверхів і більше та до громадських будинків заввишки 5 поверхів і більше слід передбачати проїзди завширшки не менше 3,5 м або смуги завширшки 6 м придатні для проїзду пожежних машин з двох поздовжніх сторін багатосекційних житлових будинків та громадських будинків і з усіх сторін односекційних житлових будинків. До житлових будинків меншої поверховості проїзди можна влаштувати з однієї поздовжньої сторони. При цьому пунктом 2\* додатку 3.1 [3] передбачено, що при проектуванні проїздів і пішохідних шляхів необхідно забезпечувати можливість проїзду пожежних машин до житлових і громадських будинків, у тому числі із вбудовано-прибудованими приміщеннями, і доступ пожежників з автодрабин у будь яку квартиру чи приміщення.

У проекті державних будівельних норм [4] ці вимоги були дещо змінені, але їх сутність залишилася. Враховуючи наведені вище вимоги на практиці виникають такі ситуації (рис. 2, 3, 4).



**Рисунок 2.** Вірно трактування вимог. Житловий п'яти поверховий будинок секційного типу з розташуванням на кожному поверсі чотирьох квартир, які мають вихід на одну сторону будівлі (а) та громадська чотирьохповерхова будівля (гуртожиток) з розташуванням приміщень, квартир орієнтованих по одній поздовжній стороні будівлі (можливий варіант організації проїзду) (б).



**Рисунок 3.** Не вірно трактування вимог. Громадська чотирьохповерхова будівля (гуртожиток), житловий п'ятиповерховий будинок з влаштуванням квартир, приміщень орієнтованих на дві поздовжні сторони будівлі.

На рис. 2 наведені схеми поверхів будинків, які одночасно задовольняють вимогам таблиці 7.1 та додатку 3.1 [3], а на рис. 3 схема задовольняє лише таблиці 7.1.

Для вирішення даного проблемного питання необхідно улаштування проїзду для пожежної техніки з іншої поздовжньої сторони будинку або внутрішнє перепланування будинку таким чином, щоб кожна квартира або приміщення громадського будинку мало проріз у зовнішній стіні, яка обернена до існуючого проїзду для пожежної техніки.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги // Затверджено наказом Мінрегіону № 287 від 31.10.2016
2. ДБН В.1.1-7-2002 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги // Держбуд України, Київ, 2002, - 42 с.
3. ДБН 360-92\*\* Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень // Інститут "Діпромісто" Мінрегіонбуду України, Київ, 2011, - 142 с.
4. ДБН Б.1.1-Х:201Х Містобудування. Планування і забудова територій (проект)

*С. В. Цвиркун, к. т. н., доц.,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героев Чорнобыля НУГЗ України*

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОТИВОДЫМНОЙ ЗАЩИТЫ ЛЕСТНИЧНОЙ КЛЕТКИ

**Вступление.** В нашей стране резко растет число высотных зданий и зданий повышенной этажности. Их массовое строительство выдвинуло ряд проблем, одной из которых является обеспечение безопасности людей при пожарах.

Анализ проблемы показывает, что основную опасность для жизни людей в условиях пожара представляют продукты горения, распространяющиеся по зданию за время, недостаточное для эвакуации людей.

К техническим решениям в первую очередь относятся системы противодымной защиты зданий. Наиболее рациональным считается прием, при котором системы приточной противодымной вентиляции создают избыточное давление в защищаемых объемах здания, а вытяжные обеспечивают принудительное удаление продуктов горения.

Основные проблемы при построении систем приточной противодымной вентиляции связаны с защитой незадымляемых лестничных клеток типа Н2. Защита системой приточной противодымной вентиляции в зданиях с числом этажей 12 и более с одной точкой подачи наружного воздуха, в большинстве случаев приводит к невозможности соблюдения регламентированного нормативными документами диапазона перепада давления – от 20 Па до 150 Па. В качестве альтернативного варианта допускается устройство сплошных рассечек, при этом рассечка должна быть предусмотрена таким образом, чтобы вход и выход в различные части лестничной клетки были предусмотрены вне ее объема. Однако эти технические решения справедливы при соблюдении всех нормативных требований и технически исправных системах обеспечения незадымляемости.

**Цель работы.** Выполнить численное моделирование противодымной защиты 16-ти этажного здания с лестничной клеткой Н2.

**Методы.** Расчеты проведены с использованием программно-вычислительного комплекса Fire Dynamics Simulator (FDS) [2]. Математическая модель FDS базируется на использовании дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих пространственно-временное распределение температуры и скоростей газовой среды в помещении, концентраций компонентов газовой среды (кислорода, продуктов горения и т.д.), давлений и плотностей.

Была построена модель фрагмента 16-ти этажного жилого здания с лестничной клеткой типа Н2 (рис. 1) [1,2]. Расчеты параметров системы производятся при следующих исходных данных:

- пожар происходит на нижнем типовом этаже здания, температура наружного воздуха и скорость ветра принимаются для холодного периода года;

- окна помещения, где возник пожар, выходят на наветренный фасад здания, входная дверь здания и воздухозаборные отверстия систем подпора воздуха выходят на заветренный (подветренный) фасад здания;

- двери на пути эвакуации от горящего помещения до улицы открыты, остальные окна и двери в здании закрыты.

Необходимо рассчитать параметры вентилятора для обеспечения давления на уровне 1-го этажа в 20 Па. Для этого в модели были установлены датчики давления на уровне 1 и 16 этажей, а также плоскости измерения давления, температуры и видимости.

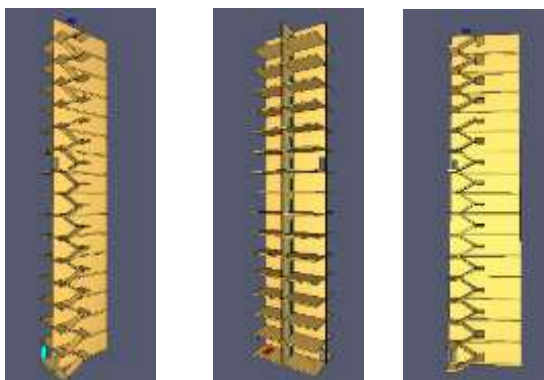


Рис. 1. Модель лестничной клетки H2.

В качестве исходных данных для пожарной нагрузки принимались данные с [1].

**Результаты.**

На рис. 2 показаны поля давлений в лестничной клетке H2.

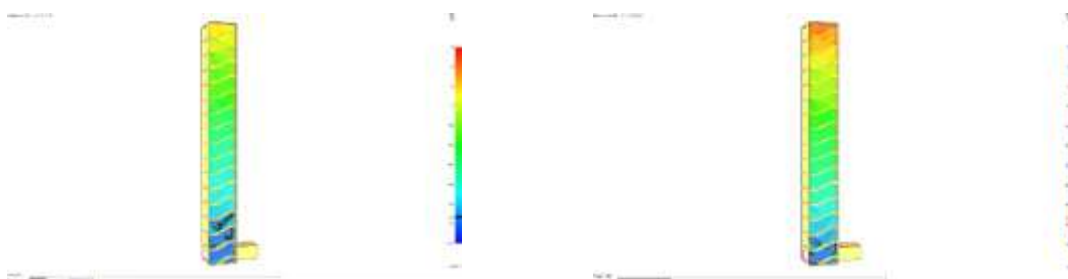


Рис. 2. Поля давлений в лестничной клетке на 60 и 180 секундах (черная зона – зона давления 20 Па).

Как видно на рис. 3 рассчитанные параметры насоса обеспечивают давление на уровне 1 этажа в 20 Па. При этом давление на последнем этаже не превышает 150 Па, что дает возможность обойтись без расчески.

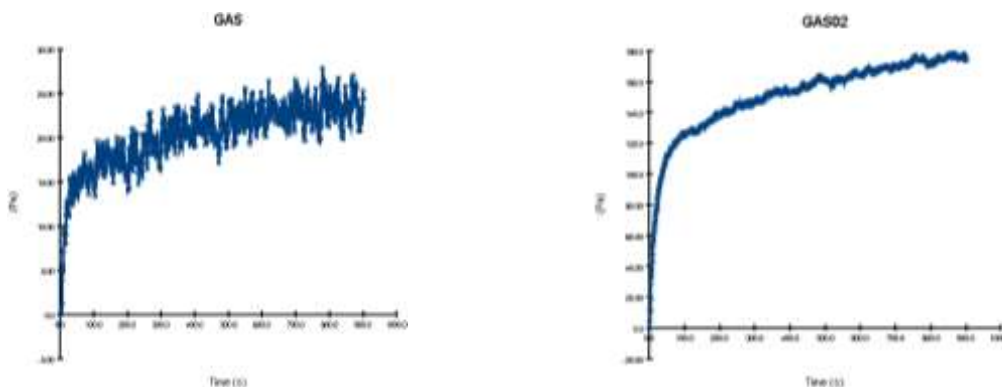


Рис. 3. Давление воздуха в местах установки датчиков (на уровне 1-го и 16-го этажей)

**Основные выводы.** Выполненное численное моделирование системы противодымной защиты типовой лестничной клетки типа H2 16-ти этажного здания CFD-моделью подтвердило эффективность рассчитанной по нормативным документам системы подпора воздуха при предполагаемом сценарии пожара и принятых значениях режимных параметров.

Согласно проведенных расчетов давления и продуктивности насоса подачи воздуха в лестничную клетку H2, люди имеют возможность безопасно эвакуироваться из здания.

Использование CFD-моделей для численного моделирования позволяет не только прогнозировать развитие пожара, но и проводить анализ на предмет выявления слабых мест зданий с точки зрения пожарной безопасности.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учебное пособие. М.: Академия ГПС МВД России, 2000. 118 с.
2. Fire Dynamics Simulator [Электронный ресурс] <http://fds.sitis.ru/>.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ

В работе проанализированы литературные источники, исследованы различные породы древесины относительно эффективности их огнезащиты различными огнезащитными средствами.

Согласно ГОСТ 16363, потеря массы образца древесины, обработанного огнезащитным средством - является важной характеристикой для исследования огнезащитной эффективности.

Типы исследованных образцов Липа-Екосепт; Липа-ДСА; Ольха-Екосепт; Ольха-ДСА; Дуб-Екосепт; Дуб-ДСА; Ясень-Екосепт; Ясень-ДСА.

При исследовании указанных образцов нами избрано средние значения показателей в протоколах испытаний. Для каждого типа образца, параметры испытаний приведены как среднее арифметическое трех испытаний.

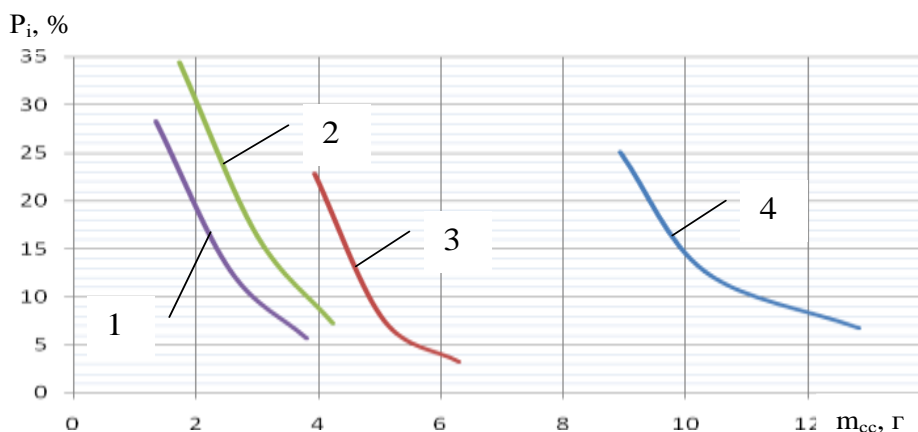


Рисунок 1 - Влияние Екосепт на разные сорта древесины:  
1 - ясень; 2 - дуб; 3 - ольха; 4 - липа

Для практического применения является интересным, количество сухого состав на площадь, или установленный образец, обеспечивающее регламентированную степень огнезащиты.

Из рисунка 2 видно, что расход средства Екосепт значительно выше для липы чем для других сортов древесины. Наименьшее количество средства необходимо для ясеня.

Липа, как и для Екосепт, для ДСА также оказалась самой трудно обрабатываемой (рисунок 2). Почти одинаково хорошо с помощью ДСА обрабатывается дуб и ясень.

В данной исследовательской работе получены результаты экспериментальных исследований, которые свидетельствуют о целесообразности использования пропиточных средств ДСА и Екосепт для огнезащиты древесины.

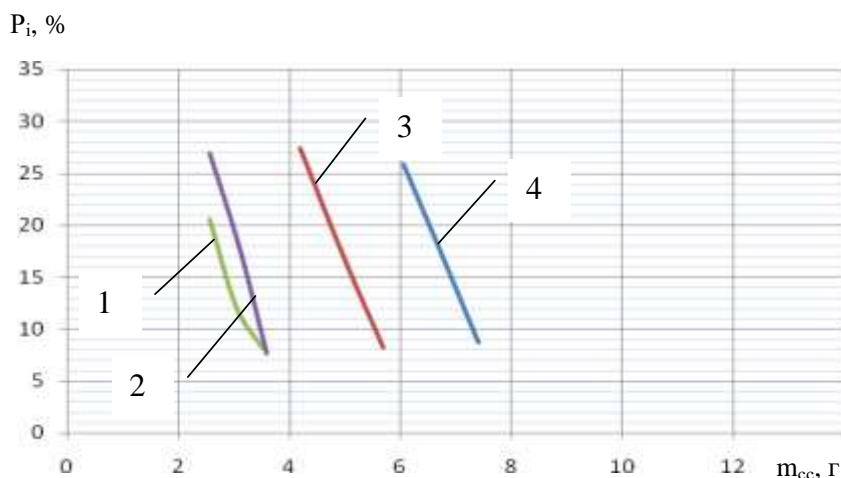


Рисунок 1 - Влияние ДСА на разные сорта древесины:  
1 - ясень; 2 - дуб; 3 - ольха; 4 - липа

Полученные в работе результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. Влияние огнезащитных средств на различные породы древесины требует детального изучения для повышения эффективности огнезащиты строительных конструкций из них.
2. Пропитываемость древесины огнезащитным средством имеет важное значение для введения необходимого количества действующего вещества за минимальное количество обработок. Так, для обработки дуба и липы необходимо меньшее количество ДСА, но чтобы ее нанести необходимо на 2 этапа обработки больше.
4. Для древесины ясеня и ольхи, ДСА и Екосепт почти одинаково эффективны, по расходу сухой смеси.

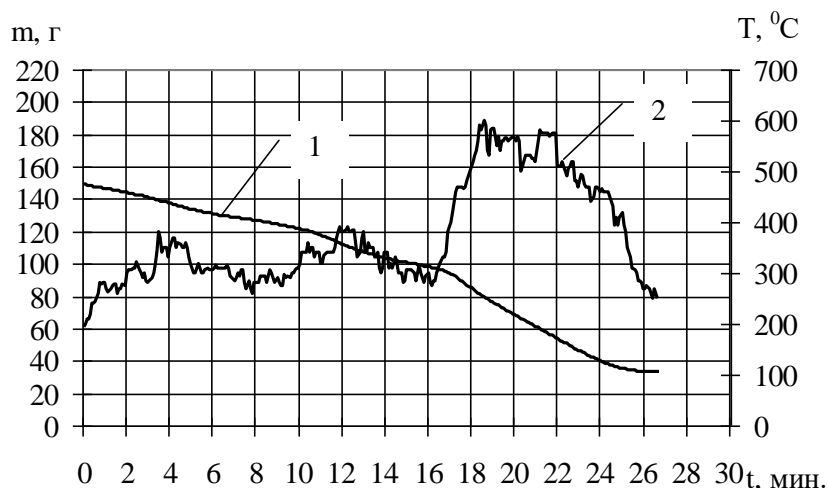
#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кіреєв О.О. Вогнезахисні властивості силікатних гелеутворюючих систем // Науковий вісник будівництва. – Вип. 37. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2006. – С. 188-192.
2. НАПБ Б.01.012-2007 Правила з вогнезахисту. Наказ МНС України від 02 липня 2007 р. № 460 (зарєєстрований в Мін'юсті України 24 липня 2007 р. за № 849/14116).

*А. А. Чернуха, к. т. н., В. И. Ерёмченко,  
Национальный университет гражданской защиты Украины*

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНГИБИРУЮЩЕЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОГНЕЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ КСЕРОГЕЛЕВОГО ПОКРЫТИЯ И ДЕЙСТВИЯ ПРОПИТЫВАЮЩЕГО ОГНЕЗАЩИТНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ

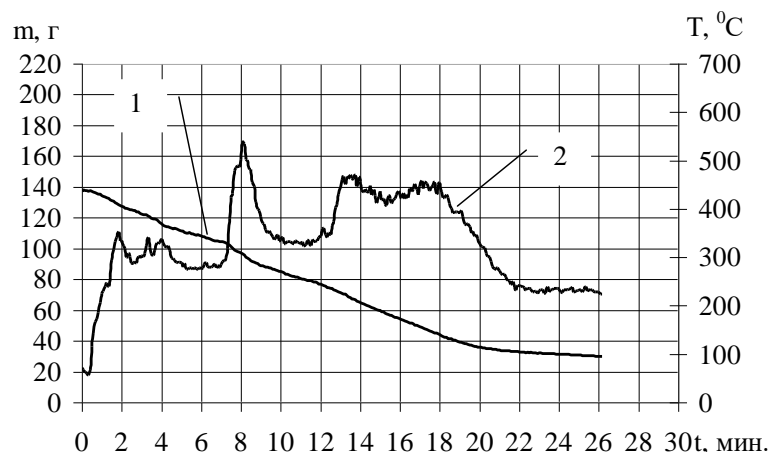
Испытания проводились на установке типа «ОТМ-2» при постоянной регистрации температуры дымовых газов (ТДГ) и массы обработанного образца древесины. Усреднённые результаты представлены в виде графиков на рисунках 1 и 2.



**Рисунок 1 - Зависимость массы и температуры в верхнем патрубке зонта керамической трубы образца древесины обработанного ДСА-2 при его сгорании: 1 - масса образца; 2 – температура**

Зависимость температуры дымовых газов для ДСА-2 (рис. 1) характеризуется наличием трёх экстремальных областей максимума, которые говорят о нескольких стадиях процесса горения. Интенсивность потери массы соответствует росту температуры, что говорит о термодеструкции древесины с образованием горючих продуктов на этих этапах. Многостадийность процесса обусловлена тем, что пропитанная древесина занимает порядка 1-3 мм верхнего слоя древесины в зависимости от расположения волокон к плоскости обработки. Образец в установке находится торцом вниз, наиболее интенсивное воздействие пламени направлено на глубокопропитанную древесину. В этот период интенсивность потери массы значительно увеличивается, что говорит о прекращении огнезащитного действия состава. Температура в этой области достигает 580 °С. Таким образом, пропитывающее средство оказывает влияние на процесс горения 19 мин., однако оно не препятствует экзотермическим процессам в древесине при её нагревании, а только замедляет их интенсивность.

Зависимость изменения ТДГ для образца древесины после удаления ксерогеля (рис. 2) имеет три экстремальные области максимумов, наибольшая из которых характеризуется пиком на 8 мин. исследования и соответствует температуре 538 °С.



**Рисунок 2. - Зависимость массы и ТДГ образца древесины после удаления ксерогелевого слоя ГОС  $Na_2O \cdot 2,95SiO_2 - K_2CO_3$  при его сгорании: 1 - масса образца; 2 – температура**

Максимальная ТДГ достигает 538 °С., что несколько меньше, чем для древесины обработанной огнезащитным пропитывающим средством.

Время достижения максимума ТДГ в 2,2 раза меньше, чем у ДСА-2, однако в 3,5 раза больше чем у необработанной древесины. При исследовании древесины после удаления ксерогеля, установлен сходный характер зависимости ТДГ с зависимостью для ДСА-2 и для ксерогеля. Наличие экстремальных областей говорит о влиянии на процессы горения древесины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.О. Дослідження впливу товщини шару гелю на його вогнезахисні властивості / Ю.О. Абрамов, О.О. Кіреєв, О.М. Щербина // Пожежна безпека. – 2006. – №.8. – С. 159-162.
2. Киреев А. А. Термогравиметрические исследования огнезащитного действия ксерогелевых покрытий для древесины / А. А. Киреев, А. А. Чернуха, А. Д. Кириченко // Проблемы пожарной безопасности : сб. науч. тр. – Х., 2008. – Вып. 23. – С. 73–78.

*Ю. И. Шавель, В. А. Казябо, И. Н. Гончаров,*

*Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь*

#### СЛОЖНОСТИ МАНЕВРИРОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ ГОРОДОВ С ПЛОТНОЙ ЗАСТРОЙКОЙ

В современных городах Республики Беларусь наблюдается рост промышленности, увеличение численности населения, их территориальный рост, повышение плотности застройки и количества автомобильного транспорта. Последний фактор приводит к ухудшению ситуации связанной со своевременным прибытием пожарной аварийно-спасательной техники к местам пожаров и чрезвычайных ситуаций, выраженной планомерным загромождением дворовых территорий, проездов и подъездов припаркованными легковыми автомобилями, принадлежащими жильцам в районах жилой многоэтажной застройки (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Трудности при движении АЦ во дворах**



Основной боевой единицей в городах Республики Беларусь в настоящее время являются пожарные автоцистерны на шасси МАЗ, имеющие, в зависимости от количества вывозимого огнетушащего вещества и предприятия-изготовителя, следующие габаритные размеры: длина 7450...9700 мм, ширина 2500...2550 мм, колесная база 3950...4900 мм, высота 3200...3700 мм.

Часть подразделений по настоящее время оснащена автоцистернами на шасси ЗиЛ-130/131 с габаритными размерами: длина 7000...7700 мм, ширина 2460 мм, высота около 2950 мм. Как видно, габаритные размеры автоцистерн предыдущего поколения на 5...10% меньше. Вместе с тем учитывая расширившиеся функции аварийно-спасательных подразделений по сравнению с пожарными частями 90-х годов прошлого века, а также капотную компоновку, шасси ЗиЛ-130/131 не позволяет разместить требуемый объем огнетушащего вещества и ПТВ.

В свою очередь в странах западной Европы в городских условиях широко используется техника, так называемого TSF и MLF типа, представляющие собой аварийно-спасательную технику на базе легковых фургонов и малотоннажных грузовиков с минимальными параметрами колесной базы (до 3750 мм) и ширины (до 2400 мм) [1, 2].

Все вышеизложенное послужило основой для определения габаритных параметров и конструктивных особенностей пожарной аварийно-спасательной техники, достаточных для ее проезда к месту ЧС в сложившихся условиях.

Как отмечалось выше, дворовые территории практически всегда заставлены транспортными средствами, принадлежащими жильцам, в связи с чем, для определения оптимальных габаритных размеров базового шасси, позволяющих беспрепятственно проезжать загроможденные транспортом дворовые территории, были осуществлены выезды с замером имеющихся проездов. Замеры показали, что ширина проезда колеблется от 2,5 до 3,4 м, что не достаточно для проезда пожарной аварийно-спасательной техники изготовленной на указанных шасси МАЗ.

Имея действительные величины проездов в дворовых территориях и, используя зависимость динамического коридора от габаритных размеров транспортного средства [3], была определена оптимальная ширина и база (межосевое расстояние) пожарной аварийно-спасательной техники. Основные размеры автомобиля определялись с учетом его движения на прямолинейном и криволинейном участках дороги.

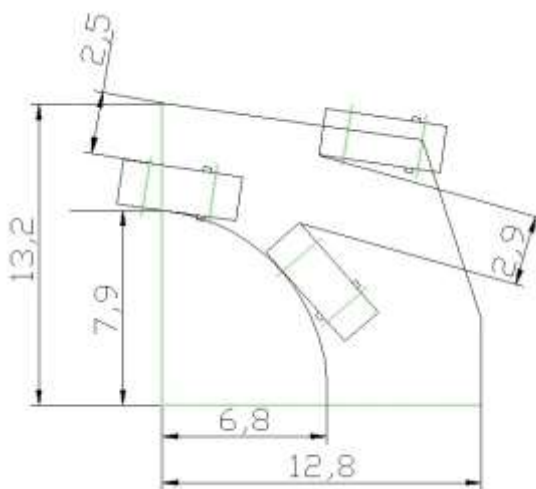


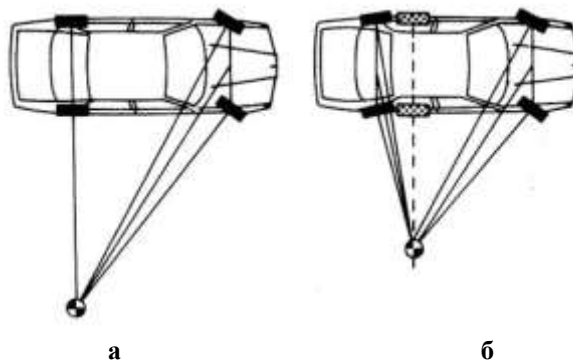
Рисунок 2 – Расчетная схема

Так, для проезда прямолинейного участка шириной 2,5 м требуемая ширина автомобиля составляет не более 2,2 м. При условии криволинейного движения с шириной проезда 2,9 м (рисунок 2) по усредненной схеме ширина составила 1,8 м при колесной базе 3,7 м и переднем свесе 1,2 м.

В случае дальнейшего увеличения ширины до 2,2 м при условии беспрепятственного прохождения по указанному участку величина колесной базы должна составлять не более 2,78 м, что не позволит разместить ПТВ и АСО, предусмотренные «Нормами обеспечения пожарной, аварийно-спасательной техникой, пожарнотехническим, аварийно-спасательным оборудованием и снаряжением, имуществом».

При увеличении ширины проезда до 3,4 м при неизменных колесной базе и переднем свесе ширину автомобиля можно увеличить до 2,4 м.

Также для улучшения маневренности были исследованы показатели пожарной аварийно-спасательной техники при условии применения полноуправляемого шасси (с двумя управляемыми осями) (рисунок 3). В данном случае (при условии равенства углов поворота передних и задних осей) есть возможность уменьшить до двух раз радиус поворота либо увеличить базу автомобиля при сохранении маневренности.



**Рисунок 3 – Схемы автомобилей с передними (а) и всеми (б) управляемыми колесами**

Примером применения полноуправляемых шасси для изготовления пожарной аварийно-спасательной техники является шасси Mercedes-Benz Econic 1830L 4x2 фирмы Paul Nutzfahrzeuge GmbH для монтажа пожарных надстроек типа HLF20 (рисунок 4).



**Рисунок 4 – Mercedes-Benz Econic 1830 LL 4x2 Magirus HLF 20**

Для пожарной аварийно-спасательной техники на шасси МАЗ-5337 при моделировании криволинейного движения при наличии двух управляемых осей с одинаковыми углами поворота колес, при ширине 2,55 м для прохождения по указанному коридору (2,9 м) колесная база должна составлять не более 3,1 м, что обеспечить не представляется возможным.

В связи с изложенным наиболее предпочтительным вариантом при разработке пожарной аварийно-спасательной техники для применения в условиях плотной городской застройки является применение (разработка) специального шасси со следующими габаритными размерами:

- длина (без учета заднего свеса) – 4,9 м;
- ширина – от 1,8 до 2,4 м.

Задавшись передним свесом равным 1,0...1,2 м получим размеры колесной базы 3,7...3,9 м. Полученные характеристики аналогичны характеристикам пожарной аварийно-спасательной техники европейского производства, предназначенной для эксплуатации в условиях городов.

Таким образом, в процессе работы изучены особенности использования пожарной аварийно-спасательной техники в городских условиях. Проведены расчеты оптимальных габаритных размеров пожарной аварийно-спасательной техники для беспрепятственного проезда загроможденных транспортом дворовых территорий. Предложены требования к изготовлению специального шасси для создания пожарной аварийно-спасательной техники для применения в условиях города.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Яковенко Ю.Ф. / Современные пожарные автомобили: модельные ряды, эффективные решения и технологии // Пожарная безопасность – 216. Специализированный каталог
2. Материалы интернет сайтов.
3. Лукьянчук А.Д. / Безопасность транспортных средств // Учебное издание – Минск: БНТУ, 2011. – 39 с.

## **ЗАСТОСУВАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ WIKI-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННОЇ ДОВІДНИКОВО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ БАЗИ УКРНДЦЗ ЩОДО ОБЛІКУ ВИПРОБУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ, ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ТЕРМІНІВ ЇХ МЕТРОЛОГІЧНОЇ АТЕСТАЦІЇ, ПОВІРКИ ТА КАЛІБРУВАННЯ**

В структурі Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту вже близько 20 років функціонує акредитований науково-дослідний центр «ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА», який проводить випробування, в тому числі сертифікаційні, продукції протипожежного призначення, речовин та матеріалів, будівельних матеріалів та конструкцій, кабельно-провідникової продукції, тощо. Цей центр є єдиним підрозділом Державної служби з надзвичайних ситуацій, який акредитовано на відповідність вимогам ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 *Загальні вимоги до компетентності випробувальних лабораторій* [2] та входить до числа 200 випробувальних центрів України, акредитованих Національним агенством з акредитації України (НААУ) Міністерства економічного розвитку і торгівлі.

Випробувальна база центру розміщена на пожежно-випробувальному полігоні інституту, який постановою Кабінету Міністрів України від 22 вересня 2004 р. N 1241 віднесено до об'єктів, що становлять національне надбання.

Для проведення досліджень і випробувань необхідно щоб випробувальне обладнання (далі – ВО) та засоби вимірювальної техніки (далі – ЗВТ), в залежності від вимог нормативних документів, проходили своєчасну метрологічну атестацію, повірку або калібрування. Контроль за своєчасним проходженням атестації, повірки або калібрування ВО та ЗВТ здійснюється шляхом складання щорічних графіків [1]. На цей час в акредитованому центрі реалізовано 366 методів випробувань, для реалізації яких використовується 95 одиниць ВО та 153 одиниць ЗВТ.

Для зменшення працевитрат при виконанні робіт фахівцями інституту, які займаються дослідженнями та випробуваннями і використовують у своїй роботі ЗВТ та ВО, а також оформлюють протоколи випробувань, було прийнято рішення про розроблення електронної довідково-інформаційної бази УКРНДЦЗ щодо обліку ВО, ЗВТ та термінів їх метрологічної атестації, повірки та калібрування.

Під час виконання дослідно-конструкторської роботи були проведено наступні роботи:

- Розглянуто чотири моделі клієнт-серверної архітектури та обрано AS-модель за критерієм найменшої вимогливості до технічних можливостей наявних комп'ютерів. Використано сервіси Web 2.0, а саме Вікі – технології для розробки електронної бази даних [6].

- Сформовано масив даних з інформацією про ВО та ЗВТ з використанням таких документів:

- а) Графік атестації ВО УКРНДЦЗ;
- б) Графік періодичного огляду ВО УКРНДЦЗ, що перебуває у резерві;
- в) Перелік ЗВТ УКРНДЦЗ, що перебувають в експлуатації та підлягають повірці;
- г) Програма калібрування ЗВТ УКРНДЦЗ;
- д) Паспорти на ВО та ЗВТ;
- е) Програми метрологічної атестації ВО;
- ж) Бухгалтерські відомості на ВО та ЗВТ.

- Отримано доступ до такої інформації про ВО та ЗВТ:

- а) назва ВО та ЗВТ;
- б) умовне позначення ВО та ЗВТ;
- в) технічні характеристики ВО та ЗВТ;
- г) фотографія ВО;
- д) терміни та періодичність метрологічної атестації повірки та калібрування;
- е) первинна і залишкова вартість;
- ж) заводський та ідентифікаційний номер;
- з) рік виготовлення;
- і) підрозділ за яким закріплено ВО та ЗВТ;
- к) розподіл ЗВТ за видами вимірювань;
- л) інформація про перебування ВО та ЗВТ у резерві;
- м) перелік ЗВТ та ВО для атестації кожного ВО.

- Розроблено Інструкцію користувача електронної довідково-інформаційної бази обліку ВО, ЗВТ УКРНДЦЗ та термінів їх метрологічної атестації і повірки.

Наповнювати і редагувати електронну довідково-інформаційну базу може адміністратор, а також користувачі яким буде дане право. Всі інші користувачі зможуть тільки переглядати інформацію але у них буде право вносити побажання для удосконалення електронної бази даних за допомогою вкладки «обговорення». Також в базі є можливість прослідкувати всі внесені зміни. Завдяки тому, що електронна довідково-

інформаційна база розроблена за допомогою MediaWiki [6] вона має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і можливість внесення змін і правок простим користувачем.

Розроблена електронна база даних дозволила вирішити ряд питань, а саме:

- спростити процедуру обліку ВО та ЗВТ;
- контролювати терміни метрологічної атестації ВО а також повірки та калібрування ЗВТ;
- швидко та в повній мірі отримувати технічні характеристики ВО та ЗВТ для оптимального вибору їх

для проведення досліджень і випробувань;

- зменшити працевитрати на оформлення протоколів випробувань;
- ознайомлення нових співробітників з дослідно-випробувальною базою УкрНДІЦЗ;
- постійно проводити моніторинг стану випробувальної бази.

Побудова такої бази забезпечить належний метрологічний нагляд досліджень і випробувань згідно з вимогами ДСТУ ISO/IEC 17025 [2] та підвищить ефективність застосування дослідно-випробувальної бази та засобів вимірювальної техніки УкрНДІЦЗ.

Повні результати дослідно-конструкторської роботи, які були отримані в УкрНДІЦЗ, наведені у матеріалах звіту [7].

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України Про метрологію та метрологічну діяльність від 05.06.2014 № 1314-VII (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 30, ст.1008)
2. ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (ISO/IEC 17025:2005, IDT).
3. ГОСТ 24555-81 Система государственных испытаний продукции. Порядок аттестации испытательного оборудования. Основные положения
4. ДСТУ 2708:2006 Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення
5. ДСТУ 3989:2000 Метрологія. Калібрування засобів вимірювальної техніки. Основні положення, організація, порядок проведення та оформлення результатів
6. Портал MediaWiki. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.mediawiki.org/wiki/MediaWiki/ru>.
7. Звіт про дослідно-конструкторську роботу Створити електронно довідково-інформаційну базу УкрНДІЦЗ щодо обліку випробувального обладнання, засобів вимірювальної техніки та терміни їх метрологічної атестації і повірки («Облік ВО та ЗВТ») – К. : УкрНДІЦЗ, 2014. – 175 с.

## **Секція № 4. Методи та засоби навчання як елементи системи забезпечення техногенної та пожежної безпеки.**

*Т. А. Акулич, преподаватель филиала «Институт переподготовки и повышения квалификации» Университета гражданской защиты МЧС Республики Беларусь*

### **ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РАБОТНИКОВ ОРГАНОВ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ**

В настоящее время дополнительное образование взрослых направлено на профессиональное развитие слушателей и удовлетворение их познавательных потребностей и рассматривается как основа жизненного успеха личности, благосостояния нации и конкурентоспособности страны. Процесс профессионального развития становится постоянным, специалист в рамках самой деятельности и в системе повышения квалификации получает новые знания, необходимые для поддержания собственной работоспособности. При этом вопросы методического обеспечения в системе повышения квалификации становятся все более актуальными в рамках процесса совершенствования образовательных программ.

Сложность проблем, с которыми сталкиваются специалисты, работающие в системе повышения квалификации, остро ставит вопрос о пересмотре традиционных подходов к образованию взрослых вообще и последипломному образованию в частности.

Широко используемые в последнее время в теории и практике образования термины «интерактивные методы», «интерактивная педагогика», «интерактивное взаимодействие» имеют ведущей характеристикой понятие «взаимодействие». Во всех этих терминах употребление определения «интерактивный» подчеркивает их альтернативность традиционным методам, педагогике, процессу и т.д. Название метода происходит от психологического термина «интеракция», что означает «взаимодействие». Интерактивные методы – это усиленное педагогическое взаимодействие, взаимовлияние участников педагогического процесса через призму собственной индивидуальности, личного опыта жизнедеятельности. Интерактивное педагогическое взаимодействие характеризуется высокой степенью интенсивности общения его участников, их коммуникации, обмена деятельностью, сменой и разнообразием их видов, форм и приемов, целенаправленной рефлексией участниками своей деятельности и состоявшегося взаимодействия. Интенсивное педагогическое взаимодействие, реализация интерактивных педагогических методов направлены на изменение, совершенствование моделей поведения и деятельности участников педагогического процесса [1].

Обучающийся становится полноправным участником образовательного процесса, его опыт служит основным источником учебного познания. Преподаватель не дает готовых знаний, но побуждает участников к самостоятельному поиску и выполняет функцию помощника в работе. Прежде всего, интерактивные формы проведения занятий:

- пробуждают у слушателей интерес;
- поощряют активное участие каждого в образовательном процессе;
- обращаются к чувствам каждого обучающегося;
- способствуют эффективному усвоению учебного материала;
- оказывают многоплановое воздействие на обучающихся;
- осуществляют обратную связь (ответная реакция аудитории);
- формируют у обучающихся мнения и отношения;
- формируют жизненные навыки;
- способствуют изменению поведения [2].

Ниже приведен алгоритм проведения учебного занятия со слушателями повышения квалификации руководящих работников и специалистов по теме «Организация пропаганды знаний в области безопасной жизнедеятельности» с использованием интерактивных образовательных технологий. При подготовке к активной деятельности на основном этапе занятия слушатели придумывают ассоциации на слово «Пропаганда». После, по терминам и определениям из нормативных правовых актов в области безопасной жизнедеятельности разделяются на четыре подгруппы, используя метод «Собери фразу». Далее, для закрепления каждого из рассматриваемых вопросов, используется метод «Креативные станции»: придумать заголовок статьи в печатные средства массовой информации, сочинить текст бегущей строки по телевидению, создать рекламный слоган по безопасности жизнедеятельности, привести аргументы в поддержку и защиту значимости темы. После выполнения заданий группам предлагается ознакомить другие группы с результатами своей деятельности.

Таким образом, при включении слушателей в процесс интерактивного взаимодействия изменяются отношения между субъектами образовательного процесса. Взаимодействие между преподавателем и слушателем **начинает** выстраиваться на основе паритетности. Применение интерактивных методов организации

обучения можно считать одним из основных путей формирования ключевых профессиональных навыков и способностей современного работника органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям. Все это приобретает особое значение для системы дополнительного образования взрослых, характеризующегося краткосрочностью обучения. От преподавателей, в свою очередь, требуется не только знание предмета и умение излагать его, но и умение проектировать педагогический процесс, прогнозировать результативность обучения, управлять этим процессом, владеть современными педагогическими технологиями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кашлев С.С. Интерактивные методы развития экологической культуры учащихся: пособие для педагогов / С.С. Кашлев. – Минск, 2007. – 148 с.
2. Кукушкин В. С. Теория и методика обучения. – Ростов н // Д.: Феникс, 2005, – 474 с.

*А. В. Анохин, А. М. Лилак, В. В. Матияш,*

*Черкасский институт пожарной безопасности Национального университета гражданской защиты Украины*

#### ФОРМАТ КОМАНДЫ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЖАРНИХ-СПАСАТЕЛЕЙ

Профессиональная, учебная, спортивная деятельность подразделений пожарных-спасателей, их организованный досуг, - в основном проходят в формате малых групп, созданных по принципу совместной деятельности и целевого единства.

В повседневном обиходе и научных трудах в отношении таких групп часто используют понятие «команда», имея в виду скоординированность действий, четкое распределение обязанностей и ответственности, эффективность и ориентацию на результат. В таком ключе особую актуальность приобретает формирование команды, как система мер по развитию групп до уровня команд.

Успех командной работы связывают прежде всего с «координированной положительной синергией» - способностью участников команды работать высоко производительно, достигать общего результата который значительно выше индивидуальных действий или их суммы. Относительно условий, благоприятных для возникновения и роста положительной синергии командной деятельности, одновременно с профессионализмом каждого спасателя, уровнем модернизации техники и оборудования действенностью управления, выделяют конструктивность отношений членов команды.

Психологические аспекты проблемы формирования и развития коллективов и команд активно разрабатываются в науке. В работах украинских исследователей прослеживается тенденция к гуманизации управления процессами между субъектного взаимодействия в организациях (Г.А. Балл, В. Ложкин, С.Д. Максименко, Ю.М. Швалб).

Базовыми в проблематике формирования и развития команд за рубежом считаются: теория командных ролей М. Белбина, в которой проводится идея зависимости эффективности команды от полноты ролевой стратификации; модель командного развития Б. Такмена, в которой отстаивается существования пяти последовательных этапов развития межличностных взаимоотношений и деятельности команды (формирования-шторма-урегулирования-результативности-завершения); командная социография Р. Бахбуха, как процедура моделирования командной интеракции в пространстве заданных психологических параметров.

Большинство классических определений понятия «команда» строятся на родо-видовой схеме, где в качестве родовых используются понятия «малая группа», «группа» и «объединение людей» (Л. Карамушка, Г. В. Ложкин, Т. Демарко, Дж. Ньюстром),

Наиболее широким среди рассматриваемых понятий является понятие «объединение людей». Первое семантическое значение слова «объединение» - «целое, сложившееся на основе соединения, сочетание чего-нибудь» [1, с. 635], его этимологические корни уходят к латинскому числителю «ūnus» - «один». Слово «группа», в основном, объясняется через синонимичные родовые понятия «совокупность», «объединение», «сумма лиц» [1; 461]. Само слово «группа» считается заимствованным из немецкого («gruppe») или французского («groupe») и уходит в латынь с первичным значением «канат, веревка» [2]. В психологических словарях группа (социальная) традиционно определяется как объединение людей, выделенное на базе определенных признаков, таких как деятельность, социальная принадлежность, структура, композиция и тому подобное. Впервые такое определение, было предложено Л.А. Карпенко и А.В. Петровским в «Кратком психологическом словаре» 1985 года издания [3], позже, с небольшими изменениями, встречается в переизданиях и других академических словарях. Есть и более узкие определения, в которых системообразующим признаком группы является совместная деятельность. Однако, в любом случае, понятие «малая группа» входит в перечень видовых по критериям размера и наличия непосредственных контактов. В определениях понятия «малая группа» ее объем колеблется от 2-х до нескольких десятков человек, указывается на общность целей и задач членов группы [4, 253].

Анализа родо-видовых отношений категорий и логика их определения вполне понятны. В частности: «объединение людей» есть родовым по отношению к понятию «группа», которое, в свою очередь, является

родовым относительно понятия «малая группа». Последнее понятие пока является наиболее узким, и, следовательно, эталонным родовым относительно понятия «команда». На очереди короткий дефинитивный анализ понятия «коллектив».

Семантически «коллектив» толкуется как «совокупность людей, объединенных совместной деятельностью, общими интересами», а также, как «группа людей, связанных общей работой в одной организации, учреждении, на предприятии и т.п.» [1, с. 440]. Его этимология нисходит к латинскому «collectivus» - «сборный, накопленный» [2]. Относительно определений коллектива в психологических словарях, то есть значительная вариабельность в содержании и объеме. Преимущественно отличаются определения советского и современного периодов психологии. В «Большом психологическом словаре» под редакцией Б. Мещерякова и В.П. Зинченко [4] это понятие вообще не выделяется, впрочем, как и понятие «команда». Анализ англоязычных словарей по психологии, который осуществлялся путем поиска в онлайн-коллекциях, показывает, что понятие «коллектив», как отдельная дефиниция, без объединения с словосочетаниями, такими например как, коллективное бессознательное («collective unconscious») или коллективное решение («collective decision»), почти не встречается, чаще речь идет о группах («group»), команды («team») или персонал («staff»).

Итак, команда - это разновидность малой группы (рис. 1.1.). Само слово многозначно, близким к психологическому пониманию является толкование: «Группа людей, которая выполняет какую-то работу» [1, с. 443]; этимологические корни уходят к латинскому «commendo» - «поручаю, передаю, рекомендую» [2, с. 530]. Английское соответствие «team» происходит от немецкого «taugmaz» - «несколько животных, запряженных вместе».



**Рис. 1.1. Графическая визуализация родо-видовых связей понятий «объединение людей», «группа», «малая группа», «коллектив», «команда»**

Дальнейшее определение понятие «команда» требует выделения существенных признаков, которые составляют содержательную часть определения.

Подробную систематику сущностных признаков команд предлагают Л.М. Карамушка и А.А. Филь [5]. Автора выделяют три параметра. Первый - цели деятельности, которые являются общими для команды и принимаются каждым из ее членов на мотивационном уровне. Второй - взаимодействие в ходе достижения целей, которая в команде базируется на принципах партнерства и возможностях личного и профессионального роста. Третий - ролевая структура, в команде задается изнутри, является гармоничной, а руководитель является реальным лидером.

Итак, в соответствии с проведенным анализом, команда может быть определена, как малая группа, которая отличается: положительной синергией совместной консолидированной деятельности, ориентированной на решение командных задач; взаимодействием и предметом командной деятельности, которые строятся на принципах компетентности, ролевой целесообразности и взаимно-распределенной ответственности, межличностными отношениями, которые являются значимыми, способствующими ощущению психологического комфорта и предоставляют возможности личного роста.

Несмотря на то, что сама идея командной работы центрированная на поиске путей повышения эффективности совместной деятельности, - главной целью формирования команды является создание, обеспечение и развитие таких характеристик деятельности, ролевой структуры команды, личностных характеристик ее участников, систем взаимодействия и общения, управления, лидерства и т.д., которые приводили к росту производительности и общей эффективности команды. Задачи и механизмы их решения отличаются в зависимости от концептуальных границ, в которых работает тот или иной автор.

Создание условий, необходимых для гармонизации взаимодействия в командах, содержание процедур, этапность, механизмы их внедрения, - все это объединяется в специфические прикладные инструменты - технологии формирования команд.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Большой толковый словарь современного украинского языка – К. ; Ирпінь : «Перун», 2002. – 1440 с.

2. Этимологический словарь украинского языка: В 7 т. / сост. Р. В. Болдырев, ред. О. С. Мельничук. – К. : Наукова думка, 1982. – Т. 1 : А-Г. – 632 с.
3. Краткий психологический словарь / – М. : Политиздат, 1985. – 431 с.
4. Большой психологический словарь / – СПб. : М. : ОЛМА-Пресс, 2003. – 666 с.
5. Карамушка Л. М. Анализ особенностей деятельности управленческих команд //– К. : Міленіум, 2005. — С. 28-42.

*Марцин Аницяк, младший бригадир, доктор наук, Станисо Крисински, доктор наук, Торгово-Техническое Высшее Учебное Заведение им. Ходковской Хелены, г. Варшава*

## **ОРГАНИЗАЦИЯ АКЦИИ ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СПАСАТЕЛЬНОЙ СЛУЖБЫ В РЕСПУБЛИКЕ ПОЛЬША**

Трансформация угроз в XXI веке привела к тому, что все спасательные службы во всем мире должны были приспособиться к новым тенденциям и направлению. В Польше такой спасательной службой является Государственная противопожарная служба как профессиональная, обмундированная и оснащена специализированным оборудованием формирования, предназначенным для борьбы с пожарами, стихийными бедствиями и другими местными угрозами<sup>1</sup>.

В ее обязанности входят м. др.<sup>2</sup>:

- идентификация пожароопасностей и других местных угроз;
- организация и ведение спасательных действий во время пожара, стихийных бедствий или ликвидации местных угроз;

Следует отметить, что в начале 90-х лет, она является основным организатором Национальной системы спасения и огнетушения, которая включает в себя единицы Добровольной пожарной службы, Заводские спасательные службы и другие учреждения и субъекты, предоставляющие услуги на основе договоров и соглашений. Одной из главных задач KSRG [Национальная система спасения и огнетушения] является ведение действий в химической и экологической сфере. К основным действиям в рамках вышеуказанной спасательной службы относятся<sup>3</sup> м.др.:

1. распознавание и идентификация опасности;
2. обеспечение зоны спасательных действий, включая выделение и обозначение опасной зоны;
3. включение или выключение установки, устройств и коммуникации, которые влияют на безопасность лиц, находящихся под угрозой или пострадавших лиц, а также на безопасность спасателей, с помощью клапанов или предохранителей, находящихся на полезной установке объекта, охваченного спасательными действиями;
4. оценка размеров опасности и прогнозирование ее развития;
5. ликвидация, ограничение или расширение опасной зоны;
6. приспособление оборудования и спасательных техник к месту происшествия и вида опасных веществ, с целью ограничения последствий утечки, испарения или эмиссии опасных веществ;
7. помещение плотин на водоёмах, водотоках или акваториях находящихся под угрозой последствий утечки опасных веществ;
8. связывание или нейтрализация опасных веществ;
9. защита зоны, охваченной утечкой опасных веществ;
10. проведение действий, связанных с предварительной дезактивацией.

Вышеуказанные задачи были наложены законам в основной и специализированной сфере на подразделения противопожарной защиты в Польше. В связи с вышеуказанным, главный начальник Государственной противопожарной службы издал в июле 2013 года «Правила организации химического и экологического спасения в Национальной системе спасения и огнетушения». В этом документе описаны правила функционирования химико-экологического спасения, но в основном представляет так называемых **10 элементарных правил безопасности спасателей** в пределах организации и эффективного управления, то есть<sup>4</sup>:

**Правило I** - на этапе подъезда к месту происшествия, а также предварительного установления спасательных автомобилей, применяются следующие правила:

<sup>1</sup> На основании ст. 1.1. Закона от 24 августа 1991 г. О Государственной противопожарной службе (Дз. У. от 2016 г. поз. 603 с послед. изм.);

<sup>2</sup> Там же ст. 1.2.;

<sup>3</sup> Пункт 2 параграф 16, Распоряжение министра внутренних и административных дел от 18 февраля 2011 г. по делу подробных правил организации национальной системы спасения огнетушения (Дз. У. Но 46, поз. 239, от 2011 г



- а) Насколько это возможно подъехать к месту происшествия и установить транспортные средства с ветром в верхних частях поля;
- б) Соблюсти минимальное расстояние от места происшествия:
- для газов и веществ, предметов или объектов, указывающих на опасность взрыва - не менее чем 150 м.
  - Для веществ, предметов или объектов, указывающих на угрозу ионизирующих излучений - не меньше, чем пределы аварийной зоны, определённые в «Правилах поведения в случае возможности возникновения радиационной опасности»
  - Для остальных веществ, предметов или объектов, указывающих на опасность - не менее чем 50 м.
- в) В случае более точного установления обстоятельств аварии или определения размера зоны измерительными приборами, или проведения анализа опасного вещества, минимальное расстояние, определенное в подпункте б) может быть заменено;
- г) Обеспечить возможность выведения сил и средств;
- д) Учесть динамику ситуации;
- ж) Учесть настоящую инфраструктуру, форму, а также другие особенности рельефа;
- з) Учесть метеорологические условия.

Здесь следует добавить комментарий. Минимальные опасные зоны, которые были установлены в подпункте б) возникают, когда мы не знаем с каким опасным веществом мы сталкиваемся или как большая утечка или разлив возникли на месте происшествия. Все эти размеры проверяется каждый раз при помощи средств химической разведки и индикации находятся на каждом Спасательном и огнетушительном подразделении ГПС в Польше [Государственная противопожарная служба]. Примерное средство химической разведки и индикации описано в Правиле III. Следующие подпункты обязывают Руководившего спасательных действиями разработать такую стратегию и концепцию спасательных операций, чтобы уже на первом этапе действия, учесть все основные факторы, прямо влияющие на распространение загрязнения.

**Правило II** - применять соответствующие средства личной защиты пожарных или спасателей, адекватно угрозе и обстоятельствам происшествия.

Для реализации этого правила, кроме оборудования, которое должно иметь каждое СОП (Спасательное и огнетушительное подразделение), различаем также лёгкую одежду противохимической защиты типа 2 или 3 вместе с аппаратами защиты органов дыхания. Обычно это одежда типа Тыхем [Tuchem]. Зато на специализированном уровне химического спасения уже используется одежда так называемую Химиоустойчивую газонепроницаемую одежду с аппаратом защиты органов дыхания внутри или снаружи одежды.

**Правило III** - определить химическое вещество и место происшествия, а также установить опасную зону (применять доступные средства химической разведки и индикации). В настоящее время на европейском рынке много методов и приборов для химической разведки и индикации. Самым простым способом является определение вида вещества с помощью лакмусовой бумаги - (Рис. 1).



*Рис. 1 Лакмусовая бумага*

Этот тестер проверяет pH опасного вещества. Если измерение даст нам результат в диапазоне от 0 до 7, это означает, что вещество обладает кислотными и кислотными свойствами (близкими или равными кислотам), но если мы получим результаты, полученные в диапазоне от 7 до 14, то мы имеем дело с основными свойствами. Благодаря этой информации, мы можем легко определить вид сорбентов, а также нейтрализаторов, с целью устранения разлива и загрязнения.

Вторым видом указателей являются тестер масла. Это бумаги, которые после погружения в любом углеводороде, впитывают внутри себя тестируемое вещество. Но если это будет, например: вода или другой тип вещества, не имеющий в своем составе углеводорода - тогда тестер не впитает ни одной капли этого вещества.

Развитие технологии в XXI веке позволило произвести такие устройства, которые могут проверить с каким веществом, жидким или газом, мы имеем дело. В такие устройства можем включить спектрометры, которые используют м. др. лазер Рамана [Ramana] или инфракрасный лазер для анализа вышеуказанных веществ. Благодаря очень большой библиотеке (каждое устройство имеет в библиотеке от десятка полтора до нескольких десятков тысяч опасных веществ, с возможностью расширения) существует высокая вероятность, что во время ведения спасательных действий установим название и вид опасных веществ.



***Рис. 2. Спектрометр First DEFENDER (раманвский) И спектрометр Mobile IR (инфракрасный)***

Кроме вышеуказанных областей следует также отметить, что подразделения ГПС в состоянии обнаруживать радиоактивные материалы, в том мощность излучения, дозу и т.п. На польском рынке существует много средств разведки и индикации, однако, чтобы быть уверенны на 100%, что обнаружено каждый вид излучения, следует выбрать устройство с дополнительным зондом. В большинстве случаев, в спасательных и огнетушительных подразделениях ГПС выступают мониторы ионизирующего излучения ЕКО С. (рис. 3). Они являются единственными устройствами, которые обнаруживают излучения альфа, бета и гамма без дополнительного зонда.



***Рис. 3. Монитор ЕКО С***

Однако, вызов состоит в том, чтобы исследовать газы в воздухе. Никому не нужно объяснять, что следовое количество газовых опасных веществ в воздухе может привести к катастрофическим последствиям. Поэтому, простейшими устройствами для обнаружения газов в воздухе являются газовые измерители. Они могут выступать в виде односенсорного, двух, четырех, пяти или шести устройств или в зависимости от заказа и особенностей охраняемой области.



***Рис. 4 Мерная трубка***

В случае отсутствия возможности обнаружения любых простых газовых опасных веществ, методом проб и ошибок, можем исследовать загрязненную атмосферу, с помощью мерных трубок.

Обычно, каждая трубка предназначена для отдельного газа или может указывать на наличие группы нескольких газов. Результат, полученный этим способом позволит сузить область поисков опасных веществ.

Другими устройствами, для измерения опасных газов в воздухе, являются спектрометры подвижности ионов со встроенным внутри устройства всасывающим насосом. Это устройство уже может обнаружить следовые количества из группы м. др. галогенов, производных аммиака, а также вещества, которые классифицируются как оружие массового уничтожения.

Вышеуказанные методы идентификации вещества, а также некоторые приборы, предназначены для вышеуказанных действий, являются лишь некоторыми возможностями, которые находятся и применяются в подразделениях Государственной противопожарной службы.

**Правило IV** - Применять абсолютные первенство действий по спасению людей, находящихся под угрозой.

**Правило V** - Безопасность пожарных или спасателей.

- а) Действия в опасной зоне, должны быть ведены минимум двумя пожарными или спасателями,
- б) Пожарные или спасатели, работающие в опасной зоне должны быть страхованы минимум двумя спасателями, оснащёнными в средства безопасности в такой же степени обеспечения как спасатели работающие в зоне,
- в) Следует контролировать время пребывания спасателей в опасной зоне,
- г) Необходимо поддерживать связь со спасателями, оставшимися в зоне I и в страховке,
- д) Избегать введения чрезмерного количества пожарных и спасателей в опасной зоне.
- ж) В случае необходимости, перед входом пожарных и спасателей в зону, следует подготовить область предварительной дезактивации.

**Правило V** Ясно определяет обязанности и задачи лица, отвечающего за работу спасателей в опасной зоне [meldunkowy]. Кроме того, спасатели, которые работают и в опасной зоне, и те, которые обеспечивают должны выполнять действия попарно.

**Правило VI** - прямые спасательные действия в опасной зоне могут вести соответственно обученные спасатели.

Следует заметить, что все пожарные, которые обучаются в школах пожарной службы и учебных пожарных центрах, имеют определенное количество часов в области химического и экологического спасения. В то время как химические спасатели, которые являются частью Специализированных групп химико-экологического спасения, должны не только окончить специализированный курс по химическому и экологическому спасению, но также обучение по радиометрии и радиометрическому контролю, перевозке опасных грузов, СБРН и пиротехнических и взрывных материалах. Только после окончания основного - специализированного - обучения, спасатель может участвовать в действиях Специализированных групп химико-экологического спасения.

**Правило VII** - химическая авария может внезапно изменить свой характер: например, пожар, взрыв, опасная реакция и т.д. следует необходимо соблюдать «правило 10 минут», то есть в решительном процессе следует предусмотреть развитие событий заранее.

Это правило касается полностью Руководившего спасательным действием [РСД]. Это лицо является координатором, командиром, управляющим и главным руководителем на месте происшествия. В соответствии с Законом о противопожарной защите это РСД командует спасательными и огнетушительными действиями в каждой акции. Командовать это не только давать команды.

В химической спасательной службе приказы должны быть так построены и придуманы, чтобы содержали выполнение конкретных действий, которые помогут в устранении опасностей, которые могут возникнуть даже в течение некоторого времени. Очень сложно это предусмотреть, особенно в во время развития ситуации.

**Правило VIII** - следует обращать внимание на окружающую среду и явления, которые сопровождают спасательной акции, поскольку они могут вызвать дополнительные опасности.

В польском законодательстве за обеспечение области действий ответственность несут службы охраны общественного порядка, такие как м. др. полиция, муниципальная полиция, служба железнодорожной охраны и т.д. При соответственно обеспеченной области РСД обязан к непрерывному наблюдению акции и реагировать на внезапные изменения во времени и пространстве.

**Правило IX** - избежать ненужного загрязнения пожарных и спасателей во время действий, следует также обратить внимание на возможность вторичного загрязнения. Дезактивацию организовать соответственно потребностям.

Дезактивация это чрезвычайно важные действия, которые сложно организовать, так как многократные упражнения выявили ряд организационных и логистических проблем, а также проблем с оборудованием на месте происшествия. Что такое дезактивация и правила ее проведения очень подробно описано и представлено м. др. в 2016 году на конференции в г. Черкассы, Украина.

**Правило X** - соблюдать меры медицинского обеспечения действий химического и экологического спасения<sup>5</sup>.

Руководивший спасательным действием в соответствии с законом, каждый раз может потребовать от системы государственного медицинского спасения бесплатного и постоянного обеспечения ведения медицинских действий. Никто не в состоянии сказать, будем ли мы через несколько секунд, минут нуждаться в медицинской помощи. Таким образом, при такого типа акциях, на месте происшествия, должна всегда быть команда PRM [Государственная медицинская спасательная служба], по крайней мере, типа P и S.

Все вышеуказанные правила влияют на правильную организацию акций химического и экологического спасения.

В настоящей разработке указано лишь некоторые элементы управления и команды в акции химико-экологического спасения. Эффективная акция этого типа зависит от многих факторов, например, от знания, практики, но прежде всего от соответствующей организации, которая на месте происшествия должен осуществлять руководитель спасательным действием.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анщак М. Применение метода матрицирования в управлении системой безопасности для Государственной противопожарной службы, Диссертация под научным руководством полковника проф. доктора наук. хаб. инж. Ярослава Волейши, AON, г.Варшава 2011.

2. Анщак М., Р. Гроссет, Применение метода матрицирования в качестве средства для эффективной системы внутренней безопасности, "Ежеквартальный журнал CNBOP" 3/2009; CNBOP, г. Юзефув, 2009.

3. Анщак М. Использование безопасности матриц в управлении и координации спасательных спасательных и огнетушительных действий - для Государственной противопожарной службы «Ежеквартальный журнал CNBOP» № 4/2013, г. Юзефув, 2013 г.

4. Анщак М., Методы и техники матрицирования в качестве эффективного элемента управления в кризисных ситуациях. Статья в коллективном издании Кризисное управление в администрации, под ред. наук. Р. Ченсьдика, З. Новаковского, Т. Плусы, Й. Райхела, К. Райхела, г. Варшава - Демблин, 2014.

5. Закон от 24 августа 1991 года О Государственной противопожарной службе (Дз. У. от 2013, поз. 1340, с послед. изм.).

6. Распоряжение министра внутренних и административных дел от 18 февраля 2011 г. по делу подробных правил организации национальной системы спасения огнетушения (Дз. У. Но 46, поз. 239)

7. Правила организации химического и экологического спасения в Национальной системе спасения и огнетушения в KSRG [Национальная система спасения и огнетушения], KGSPS [Главное отделение государственной противопожарной службы], Варшава, июль 2013 года.

*В. Е. Бабич, к. т. н. доцент, В. В. Каминская,  
Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации» Университета гражданской защиты  
МЧС Беларуси*

#### ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВНЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЙ С ПОЖАРНЫМИ

Повышение требований к служебной деятельности работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям обуславливает необходимость повышения качества образовательного процесса в учреждениях образования МЧС Республики Беларусь, в которых проходят первоначальную подготовку спасатели-пожарные.

Для качественной подготовки спасателей-пожарных в филиале «Институт переподготовки и повышения квалификации» Университета гражданской защиты МЧС Республики Беларусь разработаны учебно-тренировочные комплексы, позволяющие формировать требуемые навыки и умения у обучаемых, моделируя различные чрезвычайные ситуации.

При возрастающих требованиях к теоретическим знаниям и практическим умениям специалистов, учебные организации располагают ограниченными временными рамками, установленными программными документами. В связи с этим возникает необходимость, чтобы добиться выполнения всего объема работ в период тушения пожаров и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на различных объектах экономики, необходимо постоянно поддерживать высокое качество профессиональной подготовки спасателей-пожарных, при этом применяя современные методы обучения.

Підготовка спасателів-пожарних проводиться по учебним програмам підвищення кваліфікації, навчаючим курсам, а також і по професіям робочих. В процесі підготовки особе увагу відводиться плануванню навчального заняття. При цьому порядок виконання вступної і основної частин практичних занять чітко описуються в ряду навчальних посібників [1]. Виконання заключної частини, а саме порядок розбору навчального заняття зазвичай викликає труднощі у професорсько-викладацького складу, і зводиться до виконання нормативу (в аварійно-спасальному підготовці) по принципу «сдав» і «не дав». При цьому порядок аналізу проблемних питань виникаючих при проведенні навчального заняття, детальний розбір дій кожного навчаного (при роботі в складі звена) не ясний.

Для рішення даної проблеми при проведенні ряду навчальних занять, в частині при проведенні практичних занять со спасателями-пожарними активно використовуються методи відеозйомки.

Особливо ефективно застосування даного методу при проведенні занять по формуванню навичок пошуку і транспортування постраждалих, де робота здійснюється декількома навчаними (рисунок 1).



Рисунок 1- Проведення занять з використанням відеозйомки

При проведенні занять з використанням даного методу має ряд позитивних сторін:

- використання відеозйомки підвищує відповідальність навчаних при виконанні поставлених завдань;
- дозволяє детально розібрати дії кожного навчаного по принципу «правильно», «не правильно»;
- при проведенні занять з іноземними групами спасателів-пожарних, даний метод дозволяє детально зафіксувати алгоритми дій при роботі характерні для різних країн.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Пожарно-строева підготовка : навч. посібник для пожарно-технічних училищ / В.А. Бушмин [і др.]. – М. : Стройиздат, 1985.–223с.

*Р. В. Барджадзе, Т. О. Данилова, Черкаська медична академія*

#### ПОТЕНЦІАЛ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР В УКРАЇНІ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЛОГІЧНОГО МИСЛЕННЯ СТУДЕНТІВ

Сучасне інформаційне суспільство є надзвичайно динамічним та суперечливим, оскільки надає людині багато можливостей, але також і небезпек та загроз. Однією з досить неоднозначних тенденцій становлення сучасного світу є майже тотальна комп'ютеризація, що проникає в усі сфери соціального життя, значно видозмінюючи як суспільне виробництво, так і спосіб мислення та буття сучасної людини. У цьому контексті аналіз значущості та різного роду наслідків (як сприятливих, так і небезпечних) інформаційних технологій постає досить актуальним.

Комп'ютерні ігри зазвичай розглядають як засіб проведення дозвілля та навіть як стійку психічну залежність, але парадигма становлення інформаційного суспільства як керованого та розумно організованого

інформаційного соціокультурного простору зумовлює фокус аналізу комп'ютерних ігор в аспекті тих позитивних властивостей, які наявні в ігровому віртуальному середовищі. Зокрема, доцільне використання комп'ютерних ігор в навчанні може мати значні дидактичні переваги внаслідок наявного активного способу як участі, так і подачі матеріалу, широкої мережі наочності, можливостей для творчості та, що особливо важливо в сучасному світі, для самостійного вивчення того чи іншого матеріалу. Досить потужна ілюстративна складова ігрової реальності, це «схоже на карнавал, але тільки ступінь волі "зміни масок" у комп'ютерних іграх незмірно вищий» [1, 88].

Постаючи єдністю сюжету, зображення та програмного забезпечення, комп'ютерні ігри в якості дидактичного засобу навчання мають свою специфіку, тому важливо розуміти їх роль у навчально-виховному процесі та способи отримання бажаних результатів. Комп'ютерні ігри, які використовуються в неформальному навчанні, допомагають якісно та надовго запам'ятати вивчений матеріал, сприяють росту мотивації до навчання та захоплення ним, демонструючи одночасно елементи гри, навчання, симуляції та стимуляції [2].

Одним із значних позитивів застосування ігрових технологій є широкі можливості для візуалізації та моделювання ситуацій та об'єктів історичного минулого, сьогодення і альтернативного майбутнього. Ігри відбуваються у віртуальному синтетичному світі, що має значні механізми психологічного впливу, тому правильне їх використання може бути досить ефективним, враховуючи також мотивацію самого гравця.

Так, згідно проведеним дослідженням, вчені виокремили деякі особистісні риси, за якими були отримані значущі відмінності у студентів, які грають та не грають у комп'ютерні ігри. Серед позитивів можна відзначити такі результати: студенти, які мали великий ігровий досвід, показали більш високі результати при оцінці активності, демонстративності, домінантності, більш високої самооцінки, високої незалежності від групи, більшого локусу контролю, високої залученості у гру та визнання значущості гри [3]. В таких студентів було дуже розвинуте логічне мислення.

Існують спеціальні навчальні комп'ютерні ігри, розроблені з урахуванням структури, цілей та потреб певного освітнього рівня. Але культурно-освітній потенціал можуть мати і розважальні ігри, деякі з яких навіть постають місцем змагання людського розуму з можливостями штучного інтелекту.

Так, ігри-симулятори як переважно розважальні ігри в той же час розвивають уяву, стимулюють критичне та системне мислення, вчать відповідальності та основам співробітництва, формуючи інтерактивне середовище взаємодії в контексті певної ситуації та події.

Окрім того, ігри-симулятори наочно демонструють та детально відтворюють реальне життя людей, їх професійну діяльність, економічні та побутові відносини.

Окремий аспект має гра в контексті реального відвідування аптеки покупцями, даючи незамінну основу для симуляції потрібного середовища з урахуванням деталей роботи спеціаліста.

В деяких іграх-симуляторах граючий з нуля будує місто, заселяє його жителями, будує житлові будинки, а згодом, місто розвиваючись, починає містити в собі різні міські будівлі, наприклад: магазини, аптеки, заводи, перукарні, навчальні заклади, банківські установи і т.і. Починають розвиватися економічні відносини з нуля, у грі відсутня сюжетна лінія, і теоретично у гру можна грати «вічно».

У ході реалізації програми педагогічного експерименту провідними інтерактивними методами навчання стали метод проектів для малих груп, застосування інтерактивних методів у великій групі та дистанційне навчання, з урахуванням індивідуальної траєкторії кожного студента. При їхньому виборі велику увагу приділили автономності окремих методів, що дозволило адаптувати програму під конкретний склад учасників. Проводилися фрагменти наступних ігор: «Підприємець і фірма», «Маркетинг і підприємець», «Стратегія фірми», «Управління виробництвом», «Комерційна фірма – світовий ринок». Ігри були дібрані таким чином, щоб їх послідовне виконання забезпечувало вибудовування ланцюжка діяльності організації: її створення («Підприємець і фірма»), визначення довгострокових цілей розвитку («Стратегія фірми»), розробка маркетингових заходів («Маркетинг і підприємець») тощо. Також застосовувались ігри з термінами універсального характеру, що можуть бути використані для вивчення будь-якої іншої дисципліни з урахуванням добору відповідного навчального матеріалу. Такі методи навчання корисні у період, коли студенти вивчають важливі економічні поняття і терміни, що вимагає від них завзяття та терпіння. Зробити цей період більш цікавим для слухачів дозволяють ігри зі словами. Крім того, результати психологічних досліджень підтверджують, що одноманітність прикладів, ілюстрацій погіршує засвоєння навчального матеріалу, тому важливо повторювати матеріал в новому аспекті, що і дозволяє здійснити використання навчальних ігор. Проаналізувавши отримані результати дослідження щодо ролі інтерактивних методів навчання у процесі розвитку економічного мислення студентів, можна зробити наступні висновки: у експериментальній групі (ЕГ) студентів, де навчання проводилось із дотриманням раніше визначених педагогічних умов, показники розвитку економічного мислення були значно вищі, порівняно із групою, яка навчалася за традиційною методикою (КГ). Так на високому рівні розвитку економічного мислення (рівні визначались за допомогою адаптованих психологічних тестів) в експериментальній групі по завершенні експерименту перебувало 23 % студентів, тоді як в контрольній групі цей рівень відзначався тільки у 16 %. На достатньому і середньому рівнях у експериментальній групі 26 % і 34 %, а в контрольній, відповідно, 18 % і 40 %. Низький рівень спостерігався у 17 % ЕГ і 26 % КГ. Отриманні дані свідчать про ефективність і дієвість обраних педагогічних умов та експериментальної методики впровадження інтерактивних методів навчання у процес розвитку економічного

мислення студентів. Зауважимо також, що обрані методи дозволяють здійснювати самоактуалізацію слухача, яка є найважливішою умовою інноваційної поведінки у зовнішньому освітньому середовищі; вони забезпечують спільну діяльність викладача і слухача системи підвищення кваліфікації; враховують рівень, на якому знаходиться слухач та сприяють подальшому безперервному підвищенню кваліфікації, виступають джерелом подальшої освіти.

Отже, епоха комп'ютерних ігор потребує формування нових підходів до оцінки її визначальних тенденцій, враховуючи як значні небезпеки, так і переваги нової ігрової реальності. Наявність значного культурно-освітнього потенціалу комп'ютерних ігор потребує детального аналізу, а при правильному та історично відповідному наповненні такі ігри можуть бути використані в якості доповнення до основного навчального матеріалу та самоосвіти.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Веккер Л. М. Психика и реальность: Единая теория психических процессов / Л. Веккер. – М.: Смысл, 2000. – 412 с.
2. Использование серьезных игр в обучении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.classs.ru/stati/menejment1/serjeznue\\_igru.html](http://www.classs.ru/stati/menejment1/serjeznue_igru.html).
3. Смирнова Е. О. Психологические особенности компьютерных игр: новый контекст детской субкультуры // Образование и информационная культура. Социологические аспекты. Труды по социологии образования. Том V. Выпуск VII. / Под ред. В. С. Собкина. – М.: Центр социологии образования РАО, 2000. – 462 с.

*А. А. Білека, к. юр. н., доцент, Журбинська І. Д.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобилья  
Національного університету цивільного захисту України*

#### **ЕКОЛОГІЧНЕ ВРЯДУВАННЯ В УМОВАХ ЗМІН ТА ПЕРЕТВОРЕНЬ: ПРОБЛЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Як справедливо констатовано у аналітичному документі «Україна майбутнього: нова політика у сфері охорони довкілля та сталого використання природних ресурсів», чинна політика у сфері екологічного врядування в Україні не досягає мети охорони довкілля, сталого природокористування та екологічної безпеки, і проявляється у таких проблемах:

1) відсутні стандарти якості довкілля, на досягнення яких має бути спрямована система екологічного врядування. Українське законодавство визначає лише гранично допустимі концентрації по певних забруднюючих речовинах, але відсутні стандарти якості для елементів довкілля (води, повітря, ґрунтів), до яких потрібно прагнути. Відповідно система моніторингу та контролю втрачає сенс, оскільки не визначені конкретні показники, згідно з якими стан елементів довкілля можна оцінити. Таким чином, екологічні перевірки носять лише каральний, а не прогностувальний чи превентивний характер і суттєво не впливають на покращення стану довкілля. Накладання штрафних санкцій на підприємства, які вже спричинили шкоду довкілля, жодним чином не покращує стану довкілля. Контролюючий орган не несе відповідальності за неякісно зроблену перевірку та поганий стан довкілля.

2) Національна стратегія екологічної політики України до 2020 р. декларативна, не містить визначених кількісних параметрів цілей та завдань. Немає індикаторів досягнення цілей стратегії. Те ж саме стосується галузевих стратегій і програм (у сфері поводження з відходами, управління водними об'єктами, збереження природно-заповідного фонду і т. д.), які є декларативними та не передбачають механізмів їхньої реалізації.

3) змішані функції стратегічного планування та оперативного контролю. Формування екологічної політики та екологічного законодавства відбувається хаотично, без чіткого розділення функцій між Комітетом із екополітики ВРУ, Мінприроди та іншими ЦОВВ. Функція формування екологічної політики та контролю за її виконанням покладена на один і той самий орган — Міністерство екології та природних ресурсів України. Нерозділення цих двох функцій означає фактичну відсутність контролю за реалізацією екологічної політики.

4) не здійснюється належна оцінка економічних втрат для держави внаслідок завданої шкоди довкіллю. Відсутність достовірних економічних розрахунків веде до нехтування екологічною складовою у державній політиці та втрати можливостей ефективно поповнювати державний бюджет шляхом розумного екологічного управління та використання енергоефективних, альтернативних, «зелених» технологій, запровадження економічних стимулів для розвитку екологічно дружніх технологій.

5) неперіоритетність екологічних питань в політиці держави має своїм наслідком невиконання Угоди про асоціацію Україна – ЄС та невиконання зобов'язань згідно з багатосторонніми екологічними угодами (Оргуська конвенція, Конвенція Еспо тощо), що згубно впливає на міжнародний імідж держави.

6) органи екологічного контролю не є незалежними і підпорядковуються тим органам, які повинні контролювати. До прикладу Державна екологічна інспекція України підпорядковується Мінприроди України,

діяльність якого мала б також контролювати.

7) неузгодженість між визначеними законодавством функціями органів екологічного моніторингу та можливостями цих органів здійснювати цей моніторинг. До прикладу, Державна екологічна інспекція, яка має територіальні відділення в областях і принаймні мінімальну лабораторну базу для здійснення екологічного моніторингу, не має передбаченої законодавством функції екологічного моніторингу. Мінприроди, яке має передбачену законодавством функцію моніторингу, не може її здійснювати, бо не має територіальних органів і технічної бази для цього.

8) відсутні органи екологічного контролю на місцевому рівні. Державна екологічна інспекція не має підрозділів на місцевому рівні, а органи місцевого самоврядування не наділені функціями екологічного контролю.

9) відсутні органи нагляду (контроль за контролюючими органами).

10) відсутній внутрішній і зовнішній аудит за використанням бюджетних коштів у сфері охорони довкілля.

11) інститут адміністративного оскарження не діє та знівельований.

12) система збору екологічної інформації фрагментарна і не забезпечує накопичення достатньо інформації для прийняття екологічно виважених рішень. Статистичні екологічні дані недостатньо точні і неповні. Відсутні електронні бази даних.

13) неналежна система підготовки та відбору кандидатів на посади державних службовців у сфері охорони довкілля, що веде до низького рівня кваліфікації кадрів, низької мотивації та плинності кадрів.

14) недостатній рівень заробітної плати державних службовців у сфері охорони довкілля, який не дає можливості залучити до роботи професіоналів, є поштовхом для корупційних дій з їхнього боку.

15) слабка матеріально-технічна та дослідна база органів екологічного контролю, що унеможливує ефективне здійснення ними функцій моніторингу та контролю. Відсутні сучасні лабораторії, спеціальні дослідні станції та обладнання для моніторингу та контролю за станом довкілля. Працівники Державної екологічної інспекції не мають фінансової можливості виїхати на місце події.

16) фрагментарна та застаріла система моніторингу стану довкілля, без якої функції контролю та прогнозування нівелюються.

17) відсутній превентивний механізм для недопущення реалізації екологічно небезпечних проектів. В Україні не прийняті законопроекти на запровадження інструментів стратегічної екологічної оцінки та оцінки впливу на довкілля, що є великою перепорою для гарантування недопущення здійснення екологічно небезпечної діяльності. Управлінські рішення, які мають вплив на стан довкілля приймаються без належної екологічної оцінки.

18) відповідальність за екологічні правопорушення прописана фрагментарно, без конкретних механізмів здійснення покарань. Кодекс про адміністративні правопорушення України не містить норм про орган, який уповноважений притягнути до відповідальності осіб за правопорушення у сфері збереження зелених зон, захисту тварин від жорстокого поводження тощо» [1].

Національне законодавство багато в чому не встигає за динамікою розвитку суспільних відносин, інколи суперечить раніше прийнятим правовим актам. Очевидно, що без систематизації нормативно-правових актів неможливо удосконалити національне екологічне законодавство, привести його до певної системи, а недосконалість чи відсутність упорядкованості в нормативному матеріалі спричиняє недоліки у процесі правотворчості.

Загалом, варто констатувати, що в Україні відсутні комплексні, системні механізми урахування екологічних міркувань при розробці та прийнятті проектів документів державного планування.

Наразі необхідно виробити принципово нове ставлення держави до питання охорони навколишнього природного середовища у контексті, передусім, стратегічної спрямованості державної політики на збереження довкілля.

У жовтні 2016 року Міністерство екології та природних ресурсів України проголосило зміну філософії і запровадження нової екологічної політики в Україні. Зокрема, оприлюднена політична пропозиція проекту Концепції реформування системи природоохоронного контролю, якою передбачено ліквідацію Держекоінспекції та створення нового природоохоронного органу – Державної природоохоронної служби України, як єдиного інтегрованого органу екологічного моніторингу та нагляду. Заплановано створити 10 міжрегіональних територіальних підрозділів служби замість 28 існуючих обласних управлінь ДЕІ. Нові територіальні підрозділи передбачається формувати за принципом еколого-ресурсних та еколого-техногенних округів.

Сподіваємось, що ця реформа стане початком докорінних змін у підходах до збереження та відновлення найціннішого, що є в Україні: повітря, води, природних багатств, природного середовища, а також допоможе переорієнтувати людей зі споживацького ставлення до природи на стале використання та збереження природних ресурсів для теперішніх та майбутніх поколінь.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Україна майбутнього: нова політика у сфері охорони довкілля та сталого використання природних



ресурсів. Аналітичний документ. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.epl.org.ua/people/nashi-publikatsii/2775-ukraina-maibutnoho-nova-polityka-u-sferi-okhorony-dovkillia-ta-staloho-vykorystannia-pryrodnykh-resursiv>.

2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 р. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>.

3. Костицький В.В. Екологія перехідного періоду: права, держава, економіка (економіко-правовий механізм охорони навколишнього природного середовища в Україні). - 2-е вид. - К., 2001. - 390 с.

4. Котелевець А.В. Актуальні питання правозастосовчої діяльності у галузі екології: Автореф. дис... канд. юрид. наук: 12.00.06 / Національна юридична академія України імені Ярослава Мудрого. – Харків, 2000. – 16 с.

5. Кудас С., Черв'якова О. Нагляд за дотриманням екологічного законодавства органами місцевого самоврядування // Право України. – 2001. – № 1. – С. 61 – 64.

6. Лозанський В.Р. Екологічне управління в розвинутих країнах світу в порівнянні з Україною. – Х., 2000. – 68 с.

7. Шемшученко Ю.С. Государственное управление качеством окружающей среды и проблемы его совершенствования // Охрана окружающей среды: управление, право. Сб. науч. тр. - К.: Наукова думка. - 1982. - 208 с.

8. Шумило А.М. Система экологического законодательства Украины // Экологические права граждан и их защита. Сер. «Пособия для неправительственных организаций», вып. 2. - Симферополь - Киев, 1998. - С. 5 - 9.

*В. Н. Блохин, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия*

## **ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ КАТАСТРОФЫ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС**

Катастрофу на Чернобыльской АЭС можно по праву рассматривать как крупнейший техногенный кризис XX века, повлиявший экономические и социально-психологические условия жизни миллионов людей.

В первые дни после аварии на ЧАЭС практически отсутствовала информация, что вскоре привело к распространению слухов, панике, дезориентировало людей, было еще больше подорвано доверие к власти.

Больше всего от Чернобыля пострадала Беларусь. На территории страны выпало примерно 70% радионуклидов, более четверти территории республики оказалось в ситуации экологического бедствия. В процессе преодоления последствий чернобыльской катастрофы в Беларуси можно выделить ряд этапов.

Первые годы – чрезвычайные меры: отселение людей из наиболее опасных для проживания мест, контроль производства безопасной продукции, массовая дезактивация. Параллельно – развитие экологической науки, разработка соответствующих законов, проведение защитных мероприятий в АПК, улучшение медицинского обеспечения. В настоящее время – меры на возрождение и устойчивое развитие пострадавших территорий.

Подходы к ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС складывались долгое время при меняющихся радиологических и социально-экономических условиях. В Беларуси удалось сформировать комплексную структуру управления ситуацией на пострадавших территориях.

Решение чернобыльских проблем привело к созданию специального государственного органа – Департамента по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС МЧС Республики Беларусь, в задачи которого входит:

- выполнение различных функций в целях ликвидации последствий чернобыльской катастрофы;
- ведение государственного надзора, охраны и безопасного использования территорий с повышенной радиацией;

- контроль исполнения законодательства по вопросам ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС, целевое использование выделяемых на эти цели государственных средств.

Для преодоления многочисленных последствий радиационного загрязнения понадобилось создание системы мероприятий, действий, соответствующих нормативно-правовых актов.

В настоящее время функционируют следующие системы:

- радиационный контроль и мониторинг;
- оздоровление и медицинское наблюдение за состоянием здоровья населения, проживающего в зоне риска;

- обеспечение широкой социальной защиты граждан;
- внедрение мер по безопасному ведению сельского и лесного хозяйства;
- научные исследования по чернобыльским проблемам [1].

Только системный подход может быть эффективен в управлении чернобыльскими территориями.

Особую роль играет проведение защитных мероприятий в агропромышленном комплексе, таких как:

- изменение специализации, что позволяет получать безопасную аграрную продукцию;
- организация культурных сенокосов и пастбищ, внесение извести в кислые почвы, окультуривание земель в общественном секторе и ЛПХ;
- помощь ЛПХ в приобретении цезийсвязывающих комбикормов.

Для улучшения ситуации в социальной сфере проводятся следующие мероприятия:

- предоставляется жилье, в первую очередь для переселенцев из зон отчуждения, затем – для молодых специалистов, многодетных семей, инвалидов и иных категорий граждан, нуждающихся в улучшении жилищных условий;
- расширяется доступ населения к качественной питьевой воде (ремонт водопроводов, строительство станций обезжелезивания, бурение новых скважин);
- продолжается газификация.
- каждый год детям предоставляются тысячи путевок на оздоровление и санаторно-курортное лечение;
- школьникам гарантировано бесплатное горячее питание.

В сфере здравоохранения:

- ежегодно проводится практически стопроцентная диспансеризация населения, проживающего на загрязненных территориях;
- практически в каждом из районов выполнен или выполняется ремонт, реконструкция или строительство новых зданий как районных больниц, так и сельских амбулаторий и ФАПов;
- регулярно производится покупка нового медицинского оборудования.

Необходимо отметить, что Чернобыльская катастрофа сформировала негативный образ для обширных территорий Беларуси, Украины и России, что отрицательно сказывается на социально-экономическом развитии.

Украина была вынуждена взять основные расходы на строительство саркофага на Чернобыльской АЭС и обеспечивать безопасность этого объекта. Важную роль в этом деле сыграло международное сообщество, была оказана финансовая, техническая и консультационная помощь.

Спустя более 31 год после аварии, пострадавшие страны нуждаются в международной поддержке и солидарности. В мире поддерживается интерес и внимание к проблемам Чернобыля. Это обусловлено важностью получения информации о последствиях длительного воздействия радиации на здоровье людей, ценность представляет и опыт управления в чрезвычайных экологических условиях.

Сегодня в мире действует свыше 400 ядерных реакторов. Проекты современных и будущих энергоблоков более безопасны и технологии будут совершенствоваться и далее, но даже самые лучшие модели атомных реакторов не могут гарантировать полную безопасность от потенциальной катастрофы или террористической атаки.

Многие инициативы связанные с ликвидацией последствий Чернобыльской катастрофы могут найти применение в других точках планеты, где люди страдают от бед и чрезвычайных ситуаций [2].

Таким образом, для преодоления многочисленных последствий катастрофы на ЧАЭС должен применяться подход, акцентирующий внимание на самых серьезных проблемах и необходимых специальных мероприятиях, при параллельном проведении политики содействия возвращению к нормальной жизни. Способствуя процессу реабилитации, данные меры помогут справиться и с психологическими последствиями аварии. Комплексный подход обеспечит защиту наиболее уязвимой части населения в условиях неизбежного сокращения расходов на чернобыльские программы и позволит действующей власти реализовывать процесс восстановления в последующие годы.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Беларусь и Чернобыль: 27 лет спустя / Под ред. Н.Н. Цыбулько – Минск: Институт радиологии, 2013. – 104 с.
2. Гуманитарные последствия аварии на Чернобыльской АЭС. Стратегия реабилитации / Под ред. П. Грей – Нью-Йорк-Минск-Киев-Москва, 2002. – 94 с.

*Н. М. Борисенко, Л. Д. Чмельова, Черкаська медична академія*

#### **ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ВМНЗ І-ІІ РІВНІВ АКРЕДИТАЦІЇ НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ Й ОПТИМІЗАЦІЇ**

Побудова національної системи освіти в Україні передбачає новий підхід до професійної підготовки майбутніх кадрів, спрямований на подолання кризи в освіті, яка виявляється, передусім, у невідповідності знань студентів запитам особистості, суспільним потребам і світовим стандартам, у знеціненні соціального престижу освіченості та інтелектуальної діяльності. Диференціація наукового знання, їх подвоєння кожні п'ять-десять років призводить до необхідності постійного розширення змісту освіти. Постає проблема відбору найважливішого знання (загальноосвітнього, професійного), необхідного і достатнього для підготовки якісного спеціаліста. Тенденція до неперервності освітнього процесу потребує як структурного, так і змістового її

оновлення, інтеграції різних підходів до навчання.

Нині у навчально-виховному процесі ВМНЗ I-II рівнів акредитації немає проблеми більш актуальної і, водночас, більш складної, ніж організація самостійної роботи студентів. Важливість цієї проблеми пов'язана з новою роллю самостійної роботи: вона поступово перетворюється на провідну форму організації навчального процесу. До речі, це загальносвітова тенденція. Так, у межах Болонського процесу у країнах Європи і в США відзначається стійка тенденція зменшення загального обсягу навчальних (лекційних) годин та збільшення часу для самостійної роботи студентів (співвідношення 1:3).

У національній системі освіти для досягнення зазначеного оптимуму належить виконати значну роботу зі створення відповідних форм і методів організації індивідуальної роботи студентів. Викладачам належить навчитися планувати самостійної роботи, отримувати інформацію про реальні витрати часу студентів на виконання домашніх робіт з різних навчальних дисциплін, шукати способи ліквідації браку аудиторного фонду, комп'ютерної техніки, а також проводити цілеспрямовану роботу зі створення цикловими комісіями (кафедрами) достатньої кількості спеціальних завдань нового покоління.

Аналіз наукової літератури дозволяє сформулювати п'ять об'єктивних педагогічних закономірностей організації самостійної роботи студентів:

1. Зростання обсягів і значення самостійної роботи студентів від курсу до курсу.
2. Розширення творчої складової самостійної роботи студентів на старших курсах.
3. У процесі організації самостійної роботи студентів зростає потреба в тьютерській ролі педагогів. Тьютер – це педагог, завжди готовий допомогти, кожному студенту його групи подолати індивідуальні труднощі при вивченні навчальних дисциплін.

4. Комп'ютерна підтримка організації самостійної роботи студентів стає абсолютно необхідною – як для оперативної видачі навчальних матеріалів, так і для автоматизованого обліку навчальних досягнень студентів.

5. Необхідність спеціального підвищення педагогічної кваліфікації викладацького складу з питань наукової організації самостійної роботи студентів.

Серед нових форм наукової організації самостійної роботи студентів відзначимо застосування систем т.зв. ланцюгових, текстових і тематичних завдань у тестовій формі, а також нових клінічних ситуацій з інтегративним змістом і з варіативними завданнями у тестовій формі. Перераховані форми розглядаються як феномен, що вимагає науково-педагогічного дослідження та спеціальної організації. По суті, можна говорити про новий напрямок у створенні технологічних форм самостійної роботи студентів.

Зміст навчання фахівців у медичних коледжах і самостійної роботи, зокрема, визначається знаннями, уміннями та навичками, якими потрібно оволодіти в ході навчання, у тому числі вміннями та навичками самостійно працювати, що необхідні також і в подальшій діяльності, дозволять орієнтуватися в нестандартних умовах та нештатних ситуаціях. Отже, диференціація самостійної роботи передбачає диференціацію її змісту, використання різних видів, методів навчальної роботи.

Методика організації диференційованої самостійної роботи студентів у коледжах безпосередньо передбачає якісні зміни її складових: мети, змісту навчальної інформації, форм і методів педагогічної взаємодії суб'єктів навчального процесу, розвиток професійної й пізнавальної мотивації, а також формування спеціаліста як самостійної особистості.

Здійснюючи диференціацію самостійної роботи, готуючи її методичне забезпечення, потрібно обов'язково подбати про завдання підвищеної складності, проблемні питання, задачі тощо, обміркувати засоби заохочення до активної, творчої самостійної праці саме для цієї категорії. Необхідно вдосконалювати способи засвоєння ними знань, стимулювати поглиблене вивчення предмета.

Серед основних вимог до методичного забезпечення самостійної роботи наведемо:

- реалізація зв'язку між поняттями, фактами, методами, що вивчаються, а також міжпредметних зв'язків;
- поступове нарощування складності завдань (причому це стосується різних типологічних груп студентів);
- включення нестандартних задач (навіть для досить посередніх учнів можна підібрати нешаблонне завдання, яке вони зможуть розв'язати, наприклад, спираючись на свої спостереження за природою, побутові враження тощо);
- вміщення вправ, що мають професійну спрямованість [2; 3].

Методичне забезпечення диференційованої самостійної роботи вирізняють певні особливості. По-перше, завдання, які пропонуються студентам для самостійної роботи, потребують для свого вирішення знань і вмінь із інших навчальних дисциплін, що робить процес навчання більш ефективним.

По-друге, до кожної теми курсу математики розроблено комплекс завдань різного рівня. Це дозволяє студентам працювати на доступному для них ступені складності, а педагог має можливість оцінювати якість знань студентів, проводити корекцію, надавати диференційовану допомогу.

По-третє, завдання пропонуються студентам у різноманітних формах. Наприклад, репродуктивні подаються у вигляді запитань під час опитування, математичних диктантів, у ході тестової перевірки знань, а завдання частково-пошукового й дослідницького характеру – способом методичних указівок або як додаткові завдання.

По-четверте, визначення місця й терміну виконання завдань відбувається відповідно до мети роботи та навчально-виховних задач, які висувуються на конкретному етапі пізнання [1, с. 453].

Самостійну роботу можна вважати вдало організованою, коли студент водночас є об'єктом управління, і суб'єктом цього процесу, тобто відбувається постійний внутрішній зворотний зв'язок. Погоджуємося з думкою Н.Ф. Талізної, що «управляти – це не пригнічувати, не нав'язувати процесу хід, який суперечить його природі, а, навпаки, максимально враховувати природу процесу, узгоджувати кожен вплив на процес із його логікою [4, с. 43]. Отже, мети самостійної роботи можна досягти лише за умови злагоджених дій, спільних зусиль викладача й студента.

Продуктивність самостійної роботи значною мірою визначається позитивним емоційним ставленням студентів до навчальної діяльності. За спостереженнями В.С. Тесленка, «досить часто успіх у роботі педагога залежить від рівня активності групи в процесі навчання, від психологічного стану студентів протягом заняття. Так, одні з них більш енергійні, емоційно схильні до участі в розв'язуванні задач, інші – спокійніші, стриманіші, їх працездатність зберігається більш тривалий час. Тому завдання викладача – енергію перших спрямувати на корисну діяльність і заохочувати до праці тих, хто прагне залишатися непомітним... Контакт викладача з аудиторією має спиратися на знання індивідуальних особливостей студентів»[5, с. 72]. Отже, наступною педагогічною умовою організації продуктивної самостійної роботи студентів у ВМНЗ I-II рівнів акредитації є створення сприятливої емоційної атмосфери на заняттях, співробітництво викладача зі студентами в процесі навчання, дотримання демократичного стилю спілкування, розумна вимогливість.

Підсумовуючи, зазначимо, політичні та економічні зміни, які останнім часом відбуваються в країні, процеси інтеграції в європейський освітній простір знаходять відображення в системі підготовки молодших спеціалістів. У демократичному суспільстві не вдасться примусити студентів наполегливо навчатися, їх можна лише спонукати до активної самостійної праці, мотивувати їх навчальну діяльність. Оскільки інтереси студентів ВМНЗ I-II рівнів акредитації концентруються навколо майбутньої професії, то варто узгоджувати зміст і характер самостійної роботи зі значущими мотивами студентів, що належать до різних типологічних груп. Забезпечення позитивної мотивації орієнтуватиме їх на творчу роботу, самовдосконалення, фахове зростання в обраній галузі.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Королюк О.М. Методика диференціації самостійної роботи студентів у технічних коледжах / О.М.Королюк // Професійна педагогічна освіта: інноваційні технології та методики: Монографія / За ред. О. А. Дубасенюк. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2009. – С. 450-469.
2. Організація самостійної роботи студентів в умовах інтенсифікації навчання: навч. посіб. / А.М. Алексюк, А. А. Аюрзанайн, П.І. Підкасистий та ін. – К.: ІСДО, 1993. – 336 с.
3. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, досвід, проблеми : зб. наук. праць. – К.–Вінниця : ДОВ Вінниця, 2004. – Вип. 6. – 324 с.
4. Тальзіна Н.Ф. Формирование познавательной деятельности младших школьников : кн. для учит. / Н.Ф. Тальзіна. – М.: Просвещение, 1988. – 175 с.
5. Тесленко В. С. Пути повышения познавательной самостоятельности студентов первых курсов вузов на практических и семинарских занятиях по математике: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / В.С. Тесленко. – Днепропетровск, 1987. – 133 с.

*І. Д. Глазирін, к. б. н., професор, І. О. Юрчук, ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,  
В. М. Глазиріна, к. психол. н., Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького*

#### АДАПТАЦІЯ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ КУРСАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ РІЗНИХ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Реалізація задач підготовки спеціалістів різних профілів у вищих навчальних закладах пов'язана з адаптацією функціональних систем, органів, тканин, а також механізмів управління організму курсантів та студентів до нового виду діяльності [1]. Отже, дослідження пристосування деяких психофізіологічних показників курсантів інституту пожежної безпеки та студентів факультету фізичної культури університету, слід вважати актуальними в плані встановлення динаміки їх змін у процесі підготовки фахівців різного профілю і, як наслідок, можливих позитивних впливів на них, що може бути підставою для удосконалення процесу навчання.

Дослідження проводилися на базі Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля та факультету фізичної культури Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. У процесі роботи комплексне обстеження пройшли 162 студенти та 184 курсанти чоловічої статі I-V курсів названих ВУЗів. У кожній групі 30-40 досліджуваних. Всі досліджувані на момент обстеження були практично здоровими. Стан психофізіологічних функцій визначався за автоматизованою методикою «Інтест», розробленою Л. М. Козак, В. О. Єлізаровим [2]. У студентів факультету фізичної культури пристосувальні зміни показників сприймання часу, що визначалися за помилкою у визначенні 60-ти секундного терміну,

впродовж навчання мали певні особливості. Так, якщо на I курсі у них помилка сприймання часу дорівнювала 2.81 с, то до II курсу вона істотно збільшилася – до 3.78 с ( $p < 0.01$ ). Починаючи з II курсу у студентів-фізкультурників цей показник від курсу до курсу значно покращувався і у п'ятикурсників становив 1.15 с ( $p < 0.01$ ).

Приспосувальні зміни даних функції сприймання простору у студентів факультету фізичної культури відбувалися більш рівномірно і спрямовано – від курсу до курсу цей показник у них істотно покращувався з 3.21 с на I курсі, до 0.11 с на V курсі ( $p < 0.01$ ).

У курсантів-пожежників картина приспосувальних змін сприймання часу та простору значно відмінна від студентів-фізкультурників. У студентів відмічалася похибка в бік збільшення 60-ти секундного інтервалу часу та 10-ти сантиметрового відрізка, а у курсантів, навпаки – помилка в бік їх зменшення. Ця закономірність спостерігалася у курсантів впродовж всього навчання – від I до V курсу.

Крім того, можна відмітити деякі особливості адаптивних змін досліджуваних показників впродовж становлення курсантів, як спеціалістів.

Помилка сприймання часу у них від I до II курсу спочатку істотно покращилася – з -2.20 до -1.27 с ( $p < 0.01$ ). Потім, до III, IV та V курсів, цей показник значно погіршився – до 15.2 с у п'ятикурсників ( $p < 0.01$ ).

У змінах сприймання простору курсантами-пожежниками спостерігалася характерна хвилеподібна динаміка. Від I до II курсу сприймання часу у них істотно покращилося, від II до III – спостерігалися аналогічні зворотні процеси. На IV курсі дані показники знов мали позитивні зрушення, а до V – навпаки, знижувалися. Всі приспосувальні зміни даних сприймання простору у курсантів-пожежників статистично достовірні в межах  $p < 0.05-0.01$ .

Латентний період зоровомоторної реакції студентів впродовж їх навчання на факультеті фізичної культури істотно позитивно змінювався від I до II та III курсів, відповідно з 0.34 до 0.25 та до 0.20 с ( $p < 0.05$ ). На старших курсах даний показник у них стабілізувався на рівні 0.20-0.21 с.

У курсантів пожежного інституту дані зоровомоторної реакції впродовж навчання фактично не змінювалися й знаходилися в межах від 0.25 до 0.28 с у залежності від курсу. Слід відмітити, що вихідні параметри (I курс) зоровомоторної реакції у них істотно вищі, ніж у відповідних студентів-фізкультурників, але вже починаючи з III курсу картина обернено змінюється. На III, IV та V курсах у студентів на 6-7 мс показники зорова моторної реакції вищі, ніж у курсантів-пожежників ( $p < 0.05$ ).

На латентний період аудіомоторної реакції студентів факультету фізичної культури навчальна діяльність фактично не впливала, тому даний показник у них від I до V курсів залишався на рівні 0.17-0.21 с.

У курсантів пожежного інституту латентний період аудіомоторної реакції впродовж їх навчання мав дещо іншу динаміку. У них він від I до II курсу істотно покращувався з 0.27 до 0.22 с ( $p < 0.05$ ). Потім, на II-IV курсах, цей показник стабілізувався на рівні студентів, а від IV до V курсу, істотно погіршився – до 0.29 с, що навіть дещо гірше, ніж було у першокурсників ( $p < 0.05$ ).

Отже, приспосувальні зміни показників сприймання простору та часу, латентних періодів зорового та слухового реагування, пам'яті, розподілу та переключення уваги, різновидів мислення у курсантів та студентів факультету фізичної культури мають певні особливості, що може бути спричинено специфікою відбору та навчальної діяльності. Отримані дані можуть бути підставою для удосконалення програм педагогічних дій при підготовці фахівців різного профілю навчання.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н. А. Адаптация и резервы организма / Н. А. Агаджанян. – Москва: ФиС, 1983. – 176 с.
2. Козак Л. М. Автоматизированная система определения характеристик интеллектуальной и эмоциональной составляющих психического статуса здоровья человека / Л. М. Козак, В. А. Елизаров // Украинский журнал медтехники і технології. – 1995. – №3. – С. 59-66.

*Т. С. Гнатенко, Черкаська медична академія*

#### ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У МАЙБУТНІХ ФАРМАЦЕВТІВ

**Резюме:** У статті розкриваються питання, пов'язані з формуванням професійної компетентності, яка забезпечує ефективність підготовки та конкурентоспроможність молодого фахівця, майбутнього фармацевта.

**Ключові слова:** компетентність, професійна компетентність, предметна компетентність, соціальна компетентність.

**Вступ.** Сучасна система медичної освіти повинна бути спрямована на створення і підтримку середовища навчання, удосконалення навчання шляхом проведення оцінювання, підтримки і моніторингу навчального процесу, управління особистим і професійним розвитком, а також неперервного професійного розвитку. За вимогами часу, в медичній освіті впроваджуються новітні технології навчання. Термін «Технологія» запозичений із сфери виробництва, де він означає сукупність методів, впровадження яких забезпечує істотне підвищення вірогідності отримання запланованого результату. Саме з цим відтінком підвищення ефективності

процесу навчання, орієнтованого на максимально однозначно описаний конкретний результат, термін «Технологія освіти» почав першочергово використовуватися в теорії освіти.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Проблема компетентності ґрунтовно досліджена в роботах С. У. Гончаренко, О. М. Дахіна, Б. Д. Ельконіна, А. К. Маркова та ін. Сучасними підходами до проблеми компетентності опікуються А. В. Василюк, О. В. Овчарук. Питання професійної підготовки на основі компетентнісного підходу розглянуто в працях В. М. Аніщенко, Н. М. Бібік, М. П. Васильєвої, Н. В. Дементьєва А. М. Михайличенко, О. В. Овчарук та ін. Визначення ключових компетентностей подано в роботах І. А. Зимньої, Е. Г. Ісламгалієва, Г. К. Селевко, П. І. Третьякова, Т. І. Шамова та ін.

Питання формування професійної компетентності майбутніх фахівців фармацевтичної галузі є надзвичайно актуальним, так як сучасний ринок праці потребує кваліфікованих конкурентоспроможних фахівців, здатних до сприйняття та використання на практиці нових наукових ідей, технічних інструментів та методів сучасного виробництва. Все це вимагає від вищого навчального закладу підготовки конкурентоспроможного фахівця.

Компетентність у перекладі з латинської *competentia* означає коло питань, у яких людина добре обізнана, має знання та досвід. *Компетентність* – проінформованість, обізнаність, авторитетність. Компетентність також визначається як набута у процесі навчання інтегрована здатність особистості, яка складається із знань, досвіду, цінностей і ставлення, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці. Проте, варто наголосити, що не існує єдиного узгодженого визначення та переліку ключових компетентностей. Оскільки компетентності – це насамперед замовлення суспільства на підготовку його громадян, такий перелік багато в чому визначається узгодженою позицією соціуму в певній країні або регіоні.

Існує кілька видів компетентностей. Тож якими з них повинен володіти конкурентоспроможний фармацевт. Розглянемо деякі з них:

**ціннісно-сміслова компетентність** пов'язана зі здатністю бачити та розуміти навколишній світ, орієнтуватись у ньому, усвідомлювати свою роль і призначення, творчу спрямованість, уміти вибирати цільові та значеннєві установки для своїх дій і вчинків, приймати рішення;

**комунікативна компетентність** пов'язана зі здатністю особистості застосувати у конкретному спілкуванні знання мови;

**предметна компетентність** – освоєний у процесі навчання досвід специфічної для певного предмета діяльності, пов'язаної з набуттям нового знання, його перетворенням і застосуванням;

**міжпредметна компетентність** – здатність застосувати щодо міжпредметного кола проблем знання, уміння, навички, способи діяльності;

**соціальна компетентність** – здатність особистості продуктивно співпрацювати з різними партнерами у групі та команді, виконувати різні ролі та функції у колективі;

**здоров'язбережувальна компетентність** – здатність застосовувати в умовах конкретної ситуації сукупність здоров'язбережувальних компетенцій, дбайливо ставитися до власного здоров'я та здоров'я інших людей;

**компетентність особистісного самовдосконалення** спрямована на засвоєння способів фізичного, духовного й інтелектуального саморозвитку, емоційної саморегуляції та самопідтримки.

Чи буде майбутній фахівець конкурентоспроможним, володіючи лише частиною зазначених компетентностей? Звичайно ні, оскільки майбутньому конкурентоспроможному медичному фахівцю необхідно сформувати цілий ряд компетентностей для його подальшої професійної діяльності.

**Висновки.** Професійна компетентність особистості є складним системним утворенням. Тому, активне формування компетентностей як складових професійної компетентності забезпечує ефективність підготовки молодого фахівця а саме – його конкурентоспроможність. Професійна компетентність – це якість, яка дозволяє фармацевту продуктивно здійснювати свою професійну діяльність та досягати високих результатів. Напряму професійної діяльності формує різновид складових професійної компетентності та їх особливостей, які повинні відповідати запитам сучасного ринку праці, забезпечуючи конкурентоспроможність фахівця.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Драч І.І. Компетентнісний підхід як засіб модернізації змісту вищої освіти / І.І.Драч // Проблеми освіти. – 2008. – № 57.
2. Кузьміна Н.В. Акмеологія: пути достижения вершин профессионализма / Н.В.Кузьміна. – М.: Рос. акад. управления, 1993. – 73 с.
3. Радзівська І.В. Формування професійної компетентності майбутніх медичних сестер у процесі вивчення фахових дисциплін : Автореф. ... канд. пед. наук: – К.: 2011р – 28 с.

## **ПІДБІР КАДРІВ НА СЛУЖБУ ДЛЯ ОРГАНІВ УПРАВЛІННЯ ТА ПІДРОЗДІЛІВ ДСНС УКРАЇНИ**

Сучасна система підбору кадрів потребує вдосконалення. Важливим фактором підбору кадрів є формування конкурентоспроможного середовища. На наш погляд, конкурентоздатність – це здатність органів і підрозділів ДСНС України конкурувати з іншими установами і організаціями (в тому числі з МВС) в можливості підбору, прийому на службу та утримання конкурентоспроможних працівників.

При створенні конкурентоздатного середовища зростає роль людського фактору. Під людським фактором розуміють сукупність основних соціальних і психологічних якостей (характеристик) людей: їх ціннісних орієнтацій, моральних принципів, норм поведінки, рівня знань та інформованості, характеру соціальних навичок, установок і уявлень про особисто значимі елементи соціального життя – соціальної справедливості, правах і свободах людини, про її громадянський обов'язок, соціальний прогрес і т.д. Іншими словами людський фактор – це все, що відноситься до людини як суб'єкта діяльності в різних сферах суспільного життя. В органах і підрозділах ДСНС України людський фактор має відношення не лише до окремих працівників, але й до груп, службових колективів, особливостей соціально-психологічного клімату в них, панівних норм поведінки і т.д. [3].

Вирішення завдання по формуванню конкурентного середовища перш за все покладено на служби по роботі з персоналом, функцією яких є формування певної професійної спрямованості особистості. Нажаль, сьогодні служби по роботі з персоналом в органах та підрозділах ДСНС України не цілком якісно виконують дану функцію, а задача формування і розвитку професійних мотивів майбутніх кадрів ДСНС України майже цілком покладається на навчальні заклади системи ДСНС України, а не на органи і підрозділи ДСНС України, які зацікавлені у високомотивованих на одержання професії кадрах [2].

Тому, підбір кадрів на посади ДСНС України повинен бути здійснений на підставі виявлення осіб зі стійкою професійною мотивацією, оптимізації процесу підготовки фахівців. Вирішальним критерієм під час формування кадрового потенціалу стають достоїнства конкретної особи, а найважливішим принципом – принцип відбору кадрів за професійними, діловими і морально-етичними якостями [2].

Отже, при підборі кадрів ДСНС України, слід розробити нові критерії та, крім основних (фізична підготовленість, стан здоров'я), визначити механізм дослідження таких якостей кандидата, як:

- 1) морально-вольові якості;
- 2) інтелектуальні якості;
- 3) система цінностей особистості кандидата.

Названі раніше специфічні особливості діяльності співробітників ДСНС України визначають набір вимог до їх особистих моральних, ділових та професійних якостей.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Бандурка А. М. и др. Конфликтология. Харьков: РИП «Оригинал»: Фортуна-пресс, 1997.
2. Бандурка О. М. Основы управления в органах внутренних дел Украины: теория, опыт, пути усовершенствования. Харьков: «Основа», 1996.
3. Бандурка О. М. Управление в органах внутренних дел Украины: Учебник. – Харьков: Изд-во Университета внутренних дел, 1998.
4. Кукушкин В. М. Твоя профессиональная этика. – М., 1994. – 215 с.
5. Опалев А. В., Дубов Г. В. Профессиональная этика сотрудников правоохранительных органов. – М., 1997. – 326 с.
6. Проблемы теории и практики правоохранительной деятельности органов внутренних дел / Сборник статей. Вып. № 8. – 208 с.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ДСНС УКРАЇНИ**

На сучасному етапі розвитку Україні необхідний такий освітній розвиток особистості, який би уможлиблював випереджальний характер попиту на знання шляхом її власної пізнавальної активності та вміння користуватися наявним освітнім потенціалом.

Під формуванням сучасної вищої освіти розуміють створення та упровадження інформаційної системи, що постійно оновлюється й доповнюється на основі безперервного стеження за станом і динамікою розвитку основних складових якості вищої освіти за сукупністю визначених індикаторів, критеріїв і характеристик з метою розроблення управлінських рішень щодо коригування негативних диспропорцій на основі аналізу зібраної інформації та прогнозування подальшого розвитку якості вищої освіти.

Аналіз міжнародного досвіду показав, що успіх реформування освітніх систем та розвиток їх в умовах соціально-економічних перетворень сьогодення визначався двома провідними тенденціями: гуманізацією і технологізацією освітньої діяльності. Основними шляхами підвищення ефективності вищої освіти стало: інноваційне проектування; упровадження передового педагогічного досвіду; оптимізація, інтенсифікація, комп'ютеризація та інформатизація навчального процесу; використання активних форм та методів навчання, запровадження особистісно орієнтованих педагогічних технологій; застосування діагностичних психолого-педагогічних процедур. Провідне місце серед них належить педагогічним технологіям, що є педагогічною інноватикою.

Досвід діяльності навчальних закладів Державної служби України з надзвичайних ситуацій (далі – ДСНС України) свідчить, що головними напрямками роботи в них поступово стають:

- технологічне забезпечення навчального процесу;
- підготовка фахівців для підрозділів ДСНС України на базі технічних засобів лабораторій, сучасних методик реєстрації та прогнозування надзвичайних ситуацій з використанням технічних даних, GPS-технологій, математичних моделей розвитку надзвичайної ситуації;
- використання в навчальному процесі сучасних методик оброблення зображень, отриманих з космічних апаратів із сенсорами високої та середньої роздільної здатності, геоінформаційних технологій, сучасної комп'ютерної техніки і програмного забезпечення.

Незважаючи на те, що технологізація ВПО сприяє підвищенню його ефективності та інтенсифікації, якості підготовки фахівців рятувальної служби, новітні педагогічні технології упроваджувалися в навчальний процес з певними труднощами.

Зародження ідеї технологізації педагогічного процесу дослідники пов'язують із реформуванням європейської школи на шляху упровадження педагогічних технологій. Теорію і практику здійснення технологічних підходів до освіти віддзеркалено в багатьох наукових працях, а також у колективних дослідженнях.

У сучасних наукових дослідженнях з проблеми розроблення й упровадження технологій навчання в системі ДСНС України пропонується така класифікація технологій: методологічні освітні технології (на рівні педагогічних теорій, концепцій, підходів); стратегічні освітні технології (на рівні організаційної форми взаємодії); тактичні освітні технології (на рівні методики).

До основних методологічних технологій дослідники, зазвичай, відносять: теорію поетапного формування розумових дій; проблемне навчання, програмоване навчання та розвивальне навчання; проблемно-діяльнісне навчання; особистісно-діяльнісне навчання; проєктивне навчання; модульне (модульно-рейтингове) навчання; індивідуально-диференційоване навчання; контекстне навчання; ігрове навчання; концентроване навчання; активне навчання; дистанційне навчання.

Проникнення в систему підготовки кадрів рятувальників нових інформаційних технологій змусило подивитися на дидактичний процес як на процес інформаційний. Інформатизація освіти – це частина інформатизації суспільства, процесу, який від кінця ХХ ст. набрав характеру інформаційного вибуху, що дав підстави характеризувати сучасне суспільство як інформаційне. В усіх сферах людської діяльності зростає роль інформаційних процесів, підвищується потреба в інформації та засобах для її створення, оброблення, зберігання та використання. Інформація стає науковою і філософською категорією поряд з такими категоріями, як час, енергія, матерія. Зростання потреби в інформації та збільшення потоків інформації в людській діяльності зумовлюють появу нових інформаційних освітніх технологій, теоретичною основою розроблення яких є інформатика, кібернетика, теорія систем і дидактика.

Отже, інформатизація освіти – це планомірний, послідовний і систематизований процес підготовки фахівців до праці в умовах сучасного інформатизованого суспільства, підвищення якості їхньої загальноосвітньої та фахової підготовки на основі широкого використання комп'ютерної та іншої інформаційної техніки, мережі Інтернет. Інформатизація освіти внесла істотні зміни в педагогічний процес і охопила всі ланки системи освіти, її установи та органи управління. Серед основних завдань, що їх мала вирішувати інформатизація освіти, можна назвати: – забезпечення розвитку особистості людини, розкриття її творчого потенціалу; – формування інформаційної культури людини; – удосконалення управління освітою; – створення інформаційних мереж і баз даних; – інтенсифікацію методичної роботи та наукових досліджень; – запровадження нових форм навчання, підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації фахівців.

Вирішити ці завдання стало можливим лише за умови розроблення й упровадження нових інформаційних технологій, відповідної підготовки педагогічних кадрів, удосконалення управлінських механізмів та ресурсного забезпечення інформатизації освіти. Напрямок досліджень щодо безпосереднього використання сучасної комп'ютерної техніки, програмних та методичних розробок у навчально-виховному процесі, що дістав назву “Інформаційні технології навчання”, став складовою загального процесу



інформатизації освіти. Аналіз відповідних державних рішень, законодавчих документів дає нам змогу сформулювати основні напрями державної політики у сфері інформатизації, а саме: – розвиток законодавства у сфері інформатизації, інформаційних процесів та захисту інформації; – формування та здійснення єдиної науково-технічної та промислової політики у сфері інформатизації з урахуванням сучасного світового рівня розвитку інформаційних технологій; – створення та розвиток регіональних інформаційних систем і мереж, забезпечення їхньої сумісності та взаємодії в єдиному інформаційному просторі; – формування та підтримка ринку інформаційних ресурсів, послуг, інформаційних систем, технологій, засобів їхнього забезпечення; – забезпечення національної безпеки у сфері інформатизації; – підтримка проектів та програм інформатизації; – створення й удосконалення системи залучення інвестицій та механізмів стимулювання розроблення й реалізації проектів інформатизації; – інтеграція України до світового інформаційного простору .

Ураховуючи це, можемо зазначити, що специфіка організації навчально-виховного процесу в закладах освіти різних рівнів та необхідність забезпечення неперервної багатоступеневої підготовки фахівців вимагають створення окремих концепцій і програм реалізації їх для цивільних та військових закладів освіти різних рівнів акредитації. При цьому основними напрямками вдосконалення системи освіти стали: інформатизація навчального процесу та наукової діяльності; інформатизація повсякденної діяльності навчального закладу та управління ним; створення інформаційної комп'ютерної мережі освіти України. Якщо два перших напрями мають процесуальний характер, то третій є технологічною основою або засобом інформатизації освіти. Тільки на базі єдиної інформаційної комп'ютерної мережі можливе створення, активізація та ефективне використання інформаційного ресурсу СВО, що дозволить досягнути цілей інформатизації освіти.

Перехід усього навчального процесу на нові рейки із використанням сучасних інформаційних технологій навчання вимагає тривалого і досить складного етапу, що пов'язаний зі створенням випереджального науково-методичного забезпечення процесу підготовки фахівців, підготовкою, перепідготовкою науково-педагогічних кадрів, а також із відповідним розвитком сучасної навчально-матеріальної бази.

Можливості для реалізації сучасного забезпечення навчально-виховного процесу в системі освіти закладено: – у створенні широких комп'ютерних інфраструктур з виходом на зовнішні комп'ютерні мережі; – використанні персональних електронних обчислювальних машин для створення автоматизованих навчальних систем та інтелектуальних навчальних систем; – упровадженні дистанційного навчання як сучасної форми навчання із застосуванням високоефективних інформаційних і телекомунікаційних технологій. Це дає можливість: оперативно отримувати різноманітну інформацію, нагромаджувати знання, акумулювати інтелектуальний потенціал професійної освіти та науки; забезпечити якісну підготовку військових фахівців усіх ОКР на базі індивідуалізації, особистісної орієнтованості навчання як одного з основних засобів розвитку творчих здібностей курсантів (слухачів) та самостійного здобуття ними у процесі своєї підготовки знань, умінь і навичок; комплексно перебувати навчально-виховний процес у навчальних закладах з метою його інтенсифікації та зниження вартості; підвищити ефективність наукової діяльності, передусім за рахунок оперативного отримання сучасних наукових матеріалів і використання наукового інформаційного потенціалу вищої військової та цивільної школи, науково-дослідних установ та організацій. Органи управління системою освіти ДСНС України зустрічаються також з інформаційною проблемою. На реалізацію рутинних функцій зі збирання, контролю та перероблення інформації витрачається від 50 до 80 % бюджету часу. У результаті відчувається гострий дефіцит часу для реалізації аналітичних, творчих функцій, що призводить до зниження якості ухвалюваних рішень. Подальше підвищення якості управління, кожним навчальним закладом вимагає автоматизації процесу збирання та оброблення даних, створення інформаційних систем та баз даних із розвиненими можливостями аналітичного оброблення інформації. Ефективне вирішення вище перелічених завдань забезпечення навчально-виховного процесу та інформаційно-аналітичного забезпечення органів управління неможливе без створення комп'ютерної мережі навчальних закладів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бернар Гурне. Державне управління. — К.: Інститут державного управління та самоврядування при Кабінеті Міністрів України, 1993.
2. 3 5. Бондаренко А. І., Гуцалюк М. В. Використання нових інформаційних технологій для розробки та прийняття управлінських рішень в системі управління державною пожежною охороною // Наук. вісн. Української академії внутрішніх справ. — К., 1996.
3. Биков В.Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти : монографія / В.Ю. Биков. – К. : Атіка, 2009. – 684 с.
4. Коваль Т.І. Підготовка викладачів вищої школи: інформаційні технології у педагогічній діяльності : навч.-метод. посіб. / Т.І. Коваль. – К. : Вид. центр НЛУ, 2009. – 380 с.
5. Козлакова Г.О. Теоретичні і методичні основи застосування інформаційних технологій у вищій технічній освіті: Монографія. – К. : ІЗМН, ВІПОЛ, 1997. – 180 с.

## ЕЛЕКТРОННИЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ВИВЧЕННЯ РОБОТИ ПРИЙМАЛЬНОГО ПРИЛАДУ КОНТРОЛЬНОГО ПОЖЕЖНОГО

Кожен об'єкт, на якому застосовані системи протипожежного захисту, захищений від пожежі та її наслідків тільки в тому випадку, коли ці системи правильно експлуатуються. Важливою складовою системи протипожежного захисту є система пожежної сигналізації, в яку входять приймальні прилади контрольні пожежні (ППКП). Від вибору ППКП, знання характеристик та правильної його експлуатації, залежить надійність і швидкодія роботи системи протипожежного захисту в цілому.

Для підвищення якості підготовки спеціалістів, при вивченні роботи ППКП, створено програмний продукт у вигляді електронного тренажеру (ЕТ), який моделює роботу ППКП у різних режимах.

Для досягнення цієї мети, були сформульовані і вирішені наступні задачі:

1. Проведено аналіз міжнародних патентів та електронних тренажерів, що використовуються у навчальному процесі ВНЗ МНС України.

2. Розроблено ЕТ, що моделює роботу ППКП і дозволяє звичайно та дистанційно проводити: вивчення технічних даних сучасних і перспективних ППКП; відпрацювання режимів роботи ППКП в 1, 2, 3 рівні доступу; перевірку отриманих знань вбудованим режимом тестування з ієрархією вибірки питань.

3. Розроблена методика використання електронних тренажерів, при вивченні приймальних контрольних приладів.

4. Виконана апробація методики використання ЕТ при вивченні ППКП «Артон-04П» з курсантами і студентами НУЦЗ України та фахівцями ліцензованих видів робіт протипожежного призначення.

Алгоритм роботи (рис. 1) ЕТ ППКП містить: можливість вибору ППКП для навчання; загальні дані досліджуваного ППКП; інтерактивне навчання роботи досліджуваного ППКП з індикацією режимів роботи і рівнів доступу; тестування з ієрархією вибору питань.

Робота з ЕТ ППКП починається зі стартового вікна (рис. 1), де присутня інформація про виробників систем протипожежного захисту, зразки технічної документації на протипожежне обладнання; зразки ППКП для навчання.



Рисунок 1 – Стартове вікно електронного тренажеру

Після вибору ППКП, доступні робочі вікна ЕТ з інформацією про загальні відомості обраного приладу, експлуатації ППКП в усіх режимах роботи та рівнях доступу та перевірки отриманих знань (рисунки 2 ÷ 4).



Рисунок 2 – Загальна інформація досліджуваного ППКП



Рисунок 3 – Работа з ПКП



Рисунок 4 – Перевірка отриманих знань

Для перевірки отриманих знань, користувачеві надається 20 питань з урахуванням ієрархії їх вибірки. Час проходження тесту обмежено 20 хвилинами. Після закінчення тестування користувач отримує персональну оцінку.

Апробація методики використання ЕТ проводилася:

- випробування з обмеженням часу: фахівці ліцензованих видів робіт протипожежного призначення; курсанти і студенти НУЦЗУ, що вивчали раніше системи пожежної сигналізації;
- випробування без обмеження часу: курсанти НУЦЗУ, не вивчали раніше системи пожежної сигналізації.

Результати застосування ЕТ представлені в табл. 1 та рис. 5.

Таблиця 1

Загальні результати

Час підготовки, хв.	Кількість оцінок					
	5A	4B	4C	3D	3E	2F
25	–	1	1	6	–	5
30	–	–	6	6	–	2
35	–	3	5	3	–	3

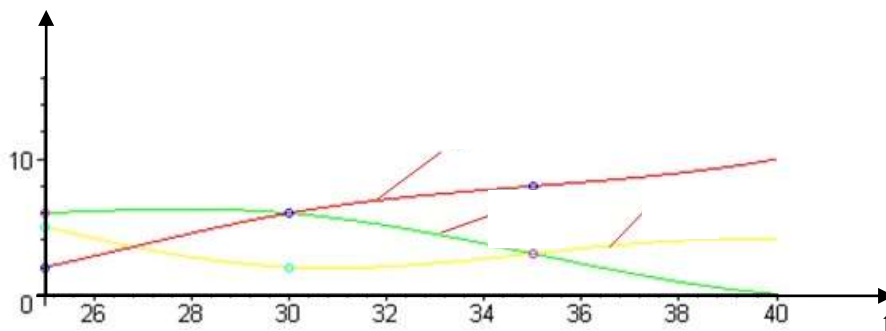


Рисунок 5 – Результати тестування:

- n4 – кількість отриманих четвірок;
- n3 - кількість отриманих трійок;
- n2 - кількість отриманих двійок

Аналіз результатів показав, що використання ЕТ вивчення ППКП дозволяє підвищити якість підготовки фахівців. Зменшення часу підготовки менш ніж 25 хвилин виявилось не доцільним. Збільшення часу підготовки до тестування, призводить до збільшення числа позитивних оцінок. При цьому число негативних оцінок, зі збільшенням часу підготовки, практично незмінно.

Практичне значення використання ЕТ в звичайному і дистанційному навчанні:

- підготовка фахівців за сучасним і перспективним систем протипожежного захисту;
- розробка рекомендацій по технічним характеристикам, конструкційним виконанням і інтерфейсу ППКП виробникам систем пожежної сигналізації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дурєєв В.О. Застосування електронних тренажерів при вивченні роботи приймальних приладів контрольних пожежних // Бюлетень Науково-методичного центру навчальних закладів ДСНС України № 24. – Х.: НУЦЗУ, 2015. – С. 17-21

*Б. В. Казаков, филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации» Государственного учреждения образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь»*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ТЕМАТИЧЕСКОЙ ДИСКУССИИ

Ведение аварийно-спасательных и других неотложных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций с наличием опасных химических и радиоактивных веществ осуществляется с учетом сложившейся химической/радиоактивной обстановки, наличия сил и технических средств. При этом группы реагирования (в составе не менее трех человек) обеспечиваются специальными средствами индивидуальной защиты и приборами химического/радиационного контроля.

Учитывая недостаточный опыт слушателей в осуществлении реагирования на чрезвычайные ситуации с химическими и радиоактивными веществами занятия по образовательным программам «Ведение аварийно-спасательных работ в зонах химического/радиоактивного заражения» целесообразно проводить в виде лекций, тематических дискуссий и практических занятий с выполнением алгоритма действий на оперативно-тактическом полигоне в условиях, воссоздающих реальные ситуации.

Дискуссия (от латинского «discussion» - рассмотрение, исследование): является неперенным элементом большинства занятий, проводимых в активной форме (решение задач, анализ различных ситуаций, деловые игры). В качестве метода дискуссия активно используется для организации интенсивной мыслительной и ценностно-ориентирующей деятельности обучающихся.

Ценность дискуссии состоит в том, что благодаря принципу обратной связи и мастерству преподавателя каждый участник получает возможность увидеть, как по-разному можно подойти к решению одной и той же проблемы, как могут отличаться восприятия и интерпретации одних и тех же ситуаций различными людьми.

Кроме того, наряду с активным обменом знаниями, опытом, идеями, суждениями, мнениями у обучающихся вырабатываются важные профессиональные умения работать в команде, излагать и аргументировать свои соображения, обосновывать принимаемые решения, доказывать в процессе обсуждения их целесообразность и эффективность.

Исходя из разницы в уровне подготовленности слушателей к действиям по ликвидации аварий и инцидентов с наличием химических и радиоактивных веществ, а также учитывая разнообразие происхождений и развития данных чрезвычайных ситуаций, при проведении курсов повышения квалификации специалистов в области обеспечения безопасности целесообразно проведение занятий в форме тематической дискуссии.

Необходимость в ходе занятий обосновать свою точку зрения заставляет обучающегося использовать знания, почерпнутые из предыдущих лекций, прибегнуть к собственному опыту, самостоятельно проработать литературу или иной вспомогательный учебный материал, произвести необходимые обобщения или найти способ приложения общих положений к конкретному случаю. При этом происходит как закрепление полученных знаний, так и их развитие в мышлении обучающегося, что способствует повышению уровня его компетенции, подготовленности к практическим действиям.

Занятие в форме тематической дискуссии состоит из организационной, основной и заключительной частей.

В начале преподаватель совместно с обучающимися вырабатывает правила и определяет регламент проведения основных этапов дискуссии. Слушатели разделяются на подгруппы в количестве 5-6 человек.

В основной части занятия происходит дискуссионное обсуждение проблем проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в зонах химического/радиоактивного заражения. Исходя из

многовариантности чрезвычайных ситуаций с наличием опасных химических и радиоактивных веществ возможно использование метода «Анализ различных ситуаций».

На начальном этапе основной части занятия преподаватель раздает каждой подгруппе описание ситуации, соответствующей теме занятия, после чего происходит обсуждение ее среди членов подгруппы, выработка предложений по порядку дальнейших действий, подготовка презентации анализа ситуации и алгоритма действий. На данном этапе используется метод «Обсуждение вполголоса».

Взаимодействие в малой группе строится не просто на поочередных высказываниях, вопросах и ответах, но на содержательно направленной самоорганизации слушателей — то есть обращении их друг к другу для углубленного и разностороннего обсуждения идей и точек зрения на проблему.

Во время дискуссии в малых группах преподаватель следит за активностью слушателей и соблюдением установленных правил дискуссии. При необходимости уточняет возникающие у слушателей вопросы.

На следующем этапе дискуссии проводятся доклады презентаций представителями малых групп и их обсуждение в составе всей группы. Обсуждение докладов можно проводить методом «Конференция».

Представители подгрупп поочередно выступают с сообщениями о результатах работы: зачитывают информацию о ситуации, излагают анализ ее, доводят выработанные участниками подгруппы предложения по проведению дальнейших мероприятий, обосновывают их, отвечают на поставленные вопросы.

С тем, чтобы доклады представителями подгрупп предложений по проведению дальнейших мероприятий были более краткими и ясными целесообразно строить их по формуле «ОПС»:

О – обоснование (выводы из анализа ситуации, доводы в поддержку позиции) – «Исходя из того, что...»,

П – позиция (в чем заключается точка зрения на ситуацию, прогноз ее развития) – «Мы считаем, что...»,

С – следствие (вывод, алгоритм дальнейших действий) – «...поэтому необходимо...».

На завершающем этапе после выступления представителей подгрупп под руководством преподавателя начинается общая дискуссия: оценка результатов анализа ситуаций, обсуждение высказанных точек зрения, формирование единого подхода к подобному рода проблемам и путям их решения, выбор наилучшего решения на выполнение дальнейших действий.

При этом, перед участниками дискуссии не стоит задача полностью решить проблему или выработать универсальный алгоритм действий. Обучающиеся должны иметь возможность рассмотреть и осмыслить проблему с разных сторон, собрать как можно больше информации, согласовать свои точки зрения, научиться конструктивному диалогу, обозначить основные направления применения полученного опыта в своей профессиональной деятельности.

Подводя итоги дискуссии, преподаватель анализирует выводы, к которым пришли ее участники, подчеркивает основные моменты правильного понимания проблемы, указывает логичность и ошибочность высказываний, обращает внимание на содержание докладов, глубину и научность аргументов, точность выражения мыслей, правильность употребления понятий.

В заключительной части занятия преподаватель дает обучающимся возможность для рефлексии, информирует их о возможности реализации предложенных алгоритмов действий в ходе практических занятий на оперативно-тактическом полигоне.

Проведение занятия в форме тематической дискуссии дает обучающимся возможность применить изученный на лекционном занятии материал, собственные знания и опыт при анализе возможных чрезвычайных ситуаций и выработке решений по реагированию на них в условиях активного взаимодействия с коллегами, что не только воссоздаёт реальные условия, но и способствует повышению компетентности, необходимой для качественного исполнения должностных обязанностей.

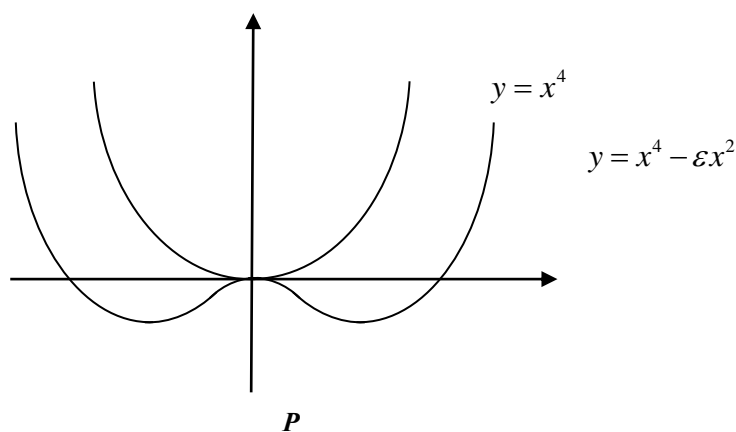
## ЛИТЕРАТУРА

1. Интенсивное обучение: технологии организации образовательного процесса: практическое руководство / И.В. Шеститко [и др.]; рец. О.В. Клезович. – Светлая Роща: ИППК МЧС Респ. Беларусь, 2014. – 132 с.
2. Методы интерактивного обучения: практическое руководство / А.В. Маковчик [и др.]; рец. И.В. Шеститко – Светлая Роща: ИППК МЧС Респ. Беларусь, 2013. – 50 с.
3. Шеститко, И.В. Эффективные способы создания временного учебного коллектива слушателей на курсах повышения квалификации / И.В. Шеститко, Е.С. Шилова // Современное состояние и пути развития системы повышения квалификации и переподготовки педагогических кадров: материалы научно-практической конференции, Минск, 19 мая 2011 г./ редкол.: М.Е. Кобринский (гл. ред.) - Минск, 2011. – С. 100 – 102.

## ПРО СТРУКТУРНУ СТІЙКІСТЬ ФУНКЦІЙ, ЯК КЛЮЧОВЕ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ КАТАСТРОФ

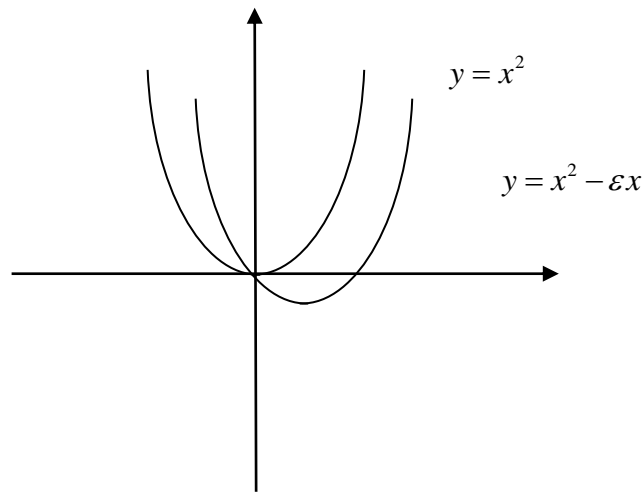
З поняттям катастрофи людина знайомиться ще в дитинстві. Воно переслідує її все життя, лякаючи раптовістю, непередбачуваністю і руйнівною дією накопиченої енергії, що вийшла з-під контролю. Інфаркти, інсульти, землетруси, цунамі, різноманітні техногенні катастрофи – це невеликий перелік впливу на людей зовнішніх умов, що викликає в них страх, потрясіння, а іноді забирає життя. Побачити передумови виникнення ситуації, коли усталена система перейде стрибкоподібно в інший режим та прокласифікувати режими, які можуть при малих збуреннях перебудуватись і змінитись, якісно дозволяє нова теорія, новий підхід сформульований А.А. Андроновим, а саме теорія структурної стійкості, що стала одним з ключових понять теорії катастроф. В теорії катастроф катастрофами називають стрибкоподібні зміни, що виникають у вигляді раптової відповіді системи на плавне відхилення від зовнішніх умов [1, 2].

Наприклад, як можна пояснити можливість різкої зміни екологічної обстановки на певній території. Розглянемо деякий узагальнений параметр  $x$ , який характеризує особливість ситуації, наприклад вміст шкідливих домішок в атмосфері. Нехай реалізуються тільки такі значення  $x$ , при яких деяка функція набуває свого мінімального значення. Аналогічно, як в механіці, де всі тіла прагнуть до мінімуму потенціальної енергії, назвемо цю функцію «потенціалом». Малі збурення системи, зумовлені, наприклад, діяльністю людини, можуть лише мало змінювати забруднюваність атмосфери. В точці локального мінімуму знаходиться стійкий стан системи. Система «сидить» в цій точці надійно, як важка кулька, що скотилась на дно лунки. Перехід системи в небезпечний стан – в сусідній локальний мінімум, який відповідає високому забрудненню практично є неможливим. Потрібен надто великий поштовх, який заставить систему ( в нашій аналогії важку кульку) здолати високий бар'єр, що відокремлює точки мінімуму. Але, внаслідок зміни умов (наприклад при накопиченні відходів промислового виробництва) характер залежності потенціала від параметра  $x$  може змінитись. Тоді навіть невеликий поштовх може заставити систему «впасти» в стійкий стан з високим рівнем забруднення атмосфери. Описаний приклад ілюструється найпростішою функцією  $y = x^4$ . Якщо її легко зрушити, ввівши слабке збурення доданком  $-\varepsilon x^2$ , де параметр  $\varepsilon$  є як завгодно малим за величиною, отримаємо функцію  $y = x^4 - \varepsilon x^2$ , яка якісно відрізняється від початкової функції. На відміну від  $y = x^4$ , в якій є один мінімум в початку координат, в функції  $y = x^4 - \varepsilon x^2$  початок координат перетворюється в максимум, а також з'являються дві нові критичні точки, в яких функція набуває локального мінімуму (рис.1).

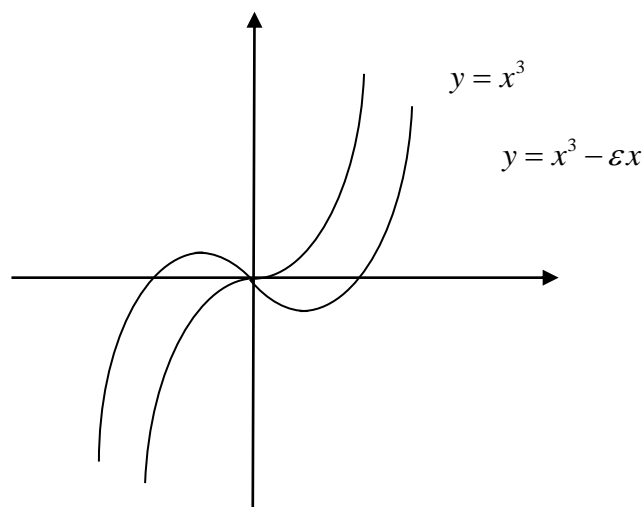


Поряд з  $y = x^4$  розглянемо функції  $y = x^2$ ,  $y = x^3$ . Всі ці функції об'єднує те, що в початку координат їх похідна дорівнює нулю. Розглянемо, як поведуть себе ці функції після збурення, тобто  $y = x^2 - \varepsilon x$ ,  $y = x^3 - \varepsilon x$ . В першому випадку жодних принципових змін не відбудеться (рис. 2). Функції  $y = x^2$ ,  $y = x^2 - \varepsilon x$  мають одну критичну точку, яка є точкою локального мінімуму. Для збуреної функції точка мінімуму перемістилась на величину  $x_0 = \frac{\varepsilon}{2}$ . Функція  $y = x^3$  після збурення на доданок  $-\varepsilon x$

перебудувалась у функцію з двома точками екстремуму  $x_1 = \sqrt{\frac{\varepsilon}{3}}$ ,  $x_2 = -\sqrt{\frac{\varepsilon}{3}}$  (рис. 3).



**P**



**P**

Збурені функції можна розглядати, як функції, що залежать від параметра  $\varepsilon$ . В описаних прикладах, коли  $\varepsilon = 0$  виникає структурно нестійка критична точка. Саме ця точка є найважливішою, оскільки з нею пов'язані якісні зміни в поведінці функцій. В зв'язку з такими задачами виникло поняття "біфуркація", що позначає всеможливі якісні перебудови різних об'єктів внаслідок зміни параметрів, від яких вони залежать. В прикладі  $y = x^4 - \varepsilon x^2$  значення параметра  $\varepsilon = 0$  відповідає точці біфуркації. Задача дослідження точок біфуркації полягає в їх класифікації і аналізі поведінки функцій поблизу структурно нестійких критичних точок [3].

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Арнольд В.И. Теория катастроф. М.: Наука, 1990.
2. Постон Т., Стюарт Й. Теория катастроф и её приложения. М.: Мир, 1980.
3. Маневич Л.И. О теории катастроф. Соросовский образовательный журнал. Том 6, № 7, 2000. – С 85 - 90.

## ПРАВОВІ ОСНОВИ ВЕДЕННЯ ДЕРЖАВНОГО СТАТИСТИЧНОГО ОБЛІКУ ПОЖЕЖ В УКРАЇНІ ТА НЕУЗГОДЖЕНІСТЬ ПРАВОВИХ НОРМ

Дослідження стану з пожежами є невід'ємною та важливою складовою управлінської діяльності, кожен етап якої ґрунтується на якісній, достовірній, повній і своєчасній інформації. Статистичне дослідження стану з пожежами, як і будь-яке статистичне дослідження, повинно розпочинатися з отримання вихідної інформації, тобто обліку фактів і збору первинного матеріалу.

Централізована система збирання, опрацювання, аналізу, поширення, збереження, захисту та використання статистичної інформації називається державною статистикою [1]. Діяльність, пов'язана з проведенням державних статистичних спостережень та наданням інформаційних послуг, спрямована на збирання, опрацювання, аналіз, поширення, збереження, захист та використання статистичної інформації проводиться органами державної статистики згідно з [1].

Стаття 131 *Облік надзвичайних ситуацій* “Кодексу цивільного захисту України” [2] встановлює, що в Україні ведеться єдиний облік надзвичайних ситуацій, зокрема пожеж. Облік надзвичайних ситуацій та пожеж ведеться у порядку, визначеному Кабінетом Міністрів України.

“Порядок обліку пожеж та їх наслідків” [3] визначає вимоги до ведення обліку пожеж і є обов'язковим для міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій незалежно від їх підпорядкування і форми власності; встановлює, що обліку підлягають усі пожежі незалежно від місця їх виникнення та наслідків, але, разом з тим, встановлює перелік об'єктів, що не підлягають обліку.

Порядок обліку пожеж [3] встановлює, що облік пожеж ведеться:

- 1) територіальними органами ДСНС – у населених пунктах і на об'єктах, підконтрольних ДСНС, а також на транспортних засобах, крім зазначених в абзацах шостому та сьомому пункту 9;
- 2) міністерствами, іншими центральними органами виконавчої влади, підприємствами, установами та організаціями, які є постійними або тимчасовими користувачами земельних ділянок лісового фонду – у лісах;
- 3) Міноборони, СБУ, Службою зовнішньої розвідки, Держспецзв'язку, Державною пенітенціарною службою України, Адміністрацією Держприкордонслужби – на підконтрольних їм об'єктах;
- 4) Держгірпромнаглядом – на підземних об'єктах, у шахтах, розрізах і кар'єрах, рудниках, копальнях, на будівництві тунелів і гідротехнічних споруд;
- 5) Мініфраструктури – на транспортних засобах морського, річкового, повітряного та магістрального залізничного сполучення, нагляд (контроль) за експлуатацією яких він здійснює;
- 6) МВС – на підконтрольних йому об'єктах, а також на транспортних засобах, причиною пожежі на яких стала дорожньотранспортна пригода.

Міністерства, інші центральні органи виконавчої влади, підприємства, установи, організації, зазначені в абзацах третьому-сьомому пункту 9 Порядку обліку пожеж [3], подають щомісяця до 10 числа, що настає за звітним періодом, ДСНС інформацію про всі випадки пожеж та їх наслідки за формами звітності для ведення ним державного статистичного обліку пожеж. Форму звітності про пожежі та їх наслідки затверджено наказом МНС України від 15.03.2004 № 119 [4].

ДСНС України (а безпосередньо – Департамент запобігання надзвичайним ситуаціям) відповідно до наказу Державного комітету статистики України від 29.02.2000 № 75 [5] до 20 січня надсилає до Державної служби статистики України річний звіт за відповідною формою.

Власне у пункті 10 Порядку обліку пожеж [3] допущено концептуальну помилку стосовно ведення ДСНС України державного статистичного обліку пожеж, адже статтею 11 закону України “Про державну статистику” [1] визначено, що органом державної статистики є центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері статистики – наразі це: Державна служба статистики України.

Тобто, по суті своєї діяльності ДСНС України здійснює збирання адміністративних даних про пожежі через свої територіальні органи.

Але, у чинному на теперішній час “Положенні про Державну службу України з надзвичайних ситуацій” [6] зазначено, що ДСНС відповідно до покладених на неї завдань *видає експертні висновки про рівень надзвичайної ситуації, веде їх облік*. Попереднє “Положення про Державну службу України з надзвичайних ситуацій” [7] окремо визначало, що ДСНС відповідно до покладених на неї завдань:

*веде облік надзвичайних ситуацій;*

*забезпечує та здійснює через територіальні органи ведення державного статистичного обліку пожеж та їх наслідків, а також державної статистичної звітності у сфері пожежної безпеки, контролює достовірність облікової інформації в апаратах міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, подає Державній службі статистики України на затвердження порядок і форми статистичної звітності з відповідних питань.*

Дане визначення більш точно відображало реальний стан справ щодо статистичного обліку пожеж та їх наслідків.



Безпосередньо завдання по збиранню, узагальненню, обробленню та своєчасному наданню відповідних даних про пожежі та їх наслідки, підготовці аналітичних матеріалів у 1998 році було покладено на тоді ще Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки відповідно до вказівки Головного управління Державної пожежної охорони МВС України [8].

Починаючи з 01 січня 2004 року та до цього часу роботи, пов'язані зі статистичним обліком пожеж та їх наслідків у Державній службі України з надзвичайних ситуацій виконуються відповідно до наказу МНС України від 29.01.2004 № 39, яким затверджено *Картку обліку пожежі, Інструкцію із заповнення та проходження картки обліку пожежі та Правила заповнення картки обліку пожежі*, на основі яких формуються масиви даних про пожежі [9].

Відповідно до пункту 11 *Інструкції із заповнення та проходження картки обліку пожежі* територіальні органи ДСНС мають щомісячно до 10 числа, наступного за звітним періодом місяця, направляти до УкрНДІЦЗ в електронному вигляді масиви даних про пожежі поточного року (з наростаючим підсумком).

Функцію щодо надання територіальними органами ДСНС даних про пожежі та їх наслідки передбачено їх Положеннями [10].

Разом з тим пунктом 2.2 Статуту УкрНДІЦЗ, затвердженого наказом ДСНС України від 03.07.2014 № 359 [11], вказано, що відповідно до покладених на нього завдань Інститут *забезпечує ведення державного статистичного обліку пожеж шляхом збирання, обробки та підготовки відомостей про пожежі та їх наслідки в Україні*. Це твердження також є не зовсім точним, оскільки в 1998 році на Інститут поклалися завдання лише по збиранню й узагальненню даних про пожежі.

Також, упродовж останніх 20 років низкою наказів щодо затвердження форм звітності, а наразі відповідно до листа ДСНС України від 18.05.2016 [12] територіальні органи ДСНС за встановленою формою щомісячно до 5 числа, наступного за звітним місяцем, готують і передають до УкрНДІЦЗ *Звіт про пожежі та їх наслідки* за звітний період, а Інститут забезпечує опрацювання та щомісячно надає до Департаменту запобігання надзвичайним ситуаціям ДСНС України для використання в роботі *Відомості про пожежі та їх наслідки в Україні* за звітний період у вигляді табличних даних.

Дослідження, проведені в рамках науково-дослідної роботи [13] дозволили виявити шляхи удосконалення обліку пожеж та їх наслідків як у роботі підрозділів територіальних органів ДСНС України, так і необхідні для внесення змін у "Порядок обліку пожеж та їх наслідків" [3].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України "Про державну статистику" від 17 вересня 1992 р. № 2614-ХІІ (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992 р., № 43, ст. 608).
2. Кодекс цивільного захисту України від 02 жовтня 2012 р. № 5403-VI (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2013 р., № 34-35, ст. 458).
3. Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Порядку обліку пожеж та їх наслідків" від 26 грудня 2003 р. № 2030 (Офіційний вісник України, 2003 р., № 52, ст. 2802).
4. Наказ МНС України "Про затвердження форми звітності про пожежі та їх наслідки на об'єктах міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, підприємств, установ, організацій; форми акта про пожежу" від 15 березня 2004 р. № 119 (зареєстрований в Мін'юсті 30.03.2004 за № 392/8991; акта про пожежу зареєстрований за № 393/8992) (Офіційний вісник України, 2004 р., № 13, ст. 932).
5. Наказ Державного комітенту статистики України "Про затвердження форми державної статистичної звітності № 1-ППО "Звіт про пожежі" від 29 лютого 2000 р. № 75.
6. Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Положення про Державну службу України з надзвичайних ситуацій" від 16 грудня 2015 р. № 1052 (Офіційний вісник України, 2015 р., № 102, ст. 3514).
7. Указ Президента України "Деякі питання Державної служби України з надзвичайних ситуацій" від 16 січня 2013 р. № 20/2013 (Офіційний вісник Президента України, 2013 р. № 2, ст. 63).
8. Вказівка Головного управління Державної пожежної охорони МВС України "Про надання статистичної звітності" від 25 березня 1998 р. № 12/10/599.
9. Наказ МНС України "Про заходи щодо організації виконання постанови Кабінету Міністрів України від 26 грудня 2003 року № 2030" від 29 січня 2004 р. № 39.
10. Наказ ДСНС України "Про внесення змін до установчих документів територіальних органів ДСНС України" від 20 березня 2017 р. № 155.
11. Наказ ДСНС України "Про внесення змін до Статуту Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту" від 03 липня 2014 р. № 359.
12. Лист ДСНС України "Про форми статистичної звітності" від 18 травня 2016 р. № 02-6994/263.
13. Звіт про науково-дослідну роботу Провести дослідження та науково обґрунтувати шляхи удосконалення обліку пожеж та їх наслідків в Україні. – К.: УкрНДІЦЗ, 2017. – 1049 с.

## **ПРИНЦИПИ ПРАВОВОГО ВИХОВАННЯ В СИСТЕМІ ДСНС УКРАЇНИ**

Правове виховання полягає в поширенні правових знань, уявлень про важливість і цінність правомірної поведінки, законності та інших правових явищ у житті особистості і суспільства з метою їх сприйняття й наступного засвоєння.

Правове виховання розглядається як організована, цілеспрямована і систематична діяльність з підвищення рівня правової свідомості та правової культури, формування системи правових знань, мотивів і навичок правомірної поведінки та негативного ставлення до правопорушень.

Правове виховання має свої форми, методи, зміст та принципи.

Принципи правового виховання – це основні ідеї та цінності, загальні вихідні положення, в яких виражені основні вимоги до змісту, та організації правовиховного процесу.

Найбільш важливим з загальнопедагогічних принципів правового виховання є принцип законності. Принцип законності передбачає необхідність під час проведення виховної роботи з курсантами суворо та неухильно дотримуватися усіма учасниками процесу приписів законів та інших нормативно-правових актів, зокрема внутрішньовідомчих.

Принцип демократизму не допускає авторитаризму, означає рівність всіх в своїх правах та свободах, поєднання прав та обов'язків, встановлення партнерських відносин між вихователем та курсантом. Але при цьому виключається всюдозволеність, не допускається порушення субординації та дисциплінарних вимог. Принцип демократизму вимагає враховувати думки кожної особи і колективу, формувати колектив на основі волі і прагнень його членів.

Принцип гуманізму проголошує визнання людини, її прав, свобод, честі та гідності найвищою соціальною цінністю та передбачає створення умов для вільного розвитку особи. Вимогливість повинна поєднуватися з повагою до особи, врахуванням її інтересів та почуттів, гідним, делікатним ставленням. В результаті у курсантів формується почуття власної гідності та поваги до себе, виховується почуття гуманізму та милосердя.

Принцип гуманізму передбачає створення оптимальних умов для інтелектуального і соціального розвитку кожного, реалізації прав на свободу, особисту недоторканість, на соціальний захист, на реалізацію фізичних, психічних, соціальних потреб.

Принцип науковості передбачає врахування передових, інноваційних наукових результатів під час проведення правовиховної діяльності, використання надбань педагогічної та юридичної наук. Процес виховання повинен розкривати дійсну об'єктивну картину світу, проводити аналіз і надавати оцінку реальної дійсності. Усі процеси та явища необхідно пояснювати з позицій законів суспільного розвитку та законів природи. Цей принцип допоможе сформувати науковий світогляд, навички наукового пошуку у курсантів.

Систематичність і послідовність означає, що правовиховна робота повинна проводитися безперервно, у чіткій відповідності зі спеціально розробленими програмами та планами. Вимога систематичності передбачає, що виховний вплив на особистість має здійснюватися щоденно і системно з урахуванням різних чинників. Правове виховання проводиться під час навчального процесу і в позанавчальний час з урахуванням можливостей та рівня розвитку курсантів з поступовим розширенням вимог, створенням оптимальних умов для прояву самостійності при вирішенні поставлених завдань.

Принцип діалогічності передбачає, що в правовиховній роботі діалог є обов'язковим, ціннісні орієнтації формуються в процесі взаємодії вихователів і осіб, що виховуються. Під час цієї діяльності проходить обмін моральними, духовними, соціальними цінностями, але все одно зберігається субординація, що обумовлено різницею у віці, життєвому досвіді, рівні інтелектуального розвитку.

Зв'язок правового виховання з життям передбачає перемишування теорії та практики, підтвердження теоретичних висновків посиланням на узагальнення судової практики, прикладів з діяльності правоохоронних органів, життєві факти тощо.

Принцип доступності передбачає розгляд найскладніших наукових, правових питань у максимально зрозумілій, доступній формі, з урахуванням рівня розвитку курсантів. Але недоцільно спрощувати матеріал, викладати інформацію поверхово, бо цей шлях є малоефективним та тільки зашкодить правовиховному процесу. Доступність повинна поєднуватися з науковістю.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ У СФЕРІ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЗАСОБІВ ЦИВІЛЬНОГО ТА ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ**

З ратифікацією «Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони» нашою державою взято зобов'язання щодо розроблення, прийняття та застосування національних технічних регламентів на основі принципів, установлених «Угодою Світової організації торгівлі про технічні бар'єри у торгівлі» та поступового досягнення їх відповідності з технічними регламентами Європейського Союзу (далі – ЄС).

Перелік актів ЄС, які обов'язково має бути імплементовано у національне законодавство, визначений у додатку III до першої із згаданих угод. У цьому додатку та Реєстрі технічних регламентів (далі – Реєстр), опублікованому на сайті Міністерства економічного розвитку і торгівлі, не визначено окремого технічного регламенту щодо засобів цивільного і протипожежного захисту. Відсутність такого технічного регламенту створює передумови реалізації на ринку України небезпечних та неякісних засобів цивільного захисту.

Застосування засобів цивільного та протипожежного захисту спрямовано на зниження ризиків техногенних і природних катастроф, пожеж та пом'якшення їх наслідків. Проблема зниження цих ризиків є об'єктом «Договору про функціонування Європейського Союзу» та Закону України «Про основи національної безпеки України».

Наявність у засобах цивільного та протипожежного захисту електричних, механічних та інших небезпечних частин становить ризик загибелі та травматизму персоналу, що користується ними, а не виконання цими засобами своїх функцій в умовах пожежі та інших аварійних ситуацій до їх розвитку і переростання в надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру.

На підставі зазначеного розроблення та прийняття в Україні технічного регламенту щодо засобів цивільного та протипожежного захисту є актуальним.

Відповідно до Закону України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» технічні регламенти розробляються на основі міжнародних і регіональних стандартів, національних стандартів України чи інших держав, актів законодавства ЄС, інших економічних об'єднань або інших держав чи відповідних частин таких стандартів і актів законодавства.

Згідно з Кодексом цивільного захисту України під засобами цивільного захисту мають на увазі протипожежну, аварійно-рятувальну та іншу спеціальну техніку, обладнання, механізми, прилади, інструменти, вироби медичного призначення, лікарські засоби, засоби колективного та індивідуального захисту, які призначені та використовуються під час виконання завдань цивільного захисту, а під засобами протипожежного захисту – технічні засоби, призначені для запобігання, виявлення, локалізації та ліквідації пожеж, захисту людей, матеріальних цінностей та довкілля від впливу небезпечних факторів пожежі. Разом з тим, зазначеним законодавчим актом не визначено завдання цивільного захисту.

Види протипожежної техніки визначені у національному стандарті ДСТУ 2273 [1]. Проте, згідно з серією міжнародних стандартів ISO 8421 «Протипожежний захист» вони є засобами протипожежного захисту. Отже, терміни «засіб протипожежного захисту» та «протипожежна техніка» є еквівалентними. Причому ця продукція є одним із видів засобу цивільного захисту.

Види аварійно-рятувальних засобів визначені в ГОСТ Р 22.9.22 [2], яким також охоплено пошуково-рятувальні засоби. Проте, згідно з європейськими стандартами, зокрема [3], вони мають більш коректну назву «рятувальні засоби», що дає можливість розрізнення такі їх класи, як пожежні, пошукові та аварійні.

До інших спеціальних засобів цивільного захисту відносяться засоби виміральної техніки для гідрометеорологічних спостережень, на які поширюється дія Закону України «Про гідрометеорологічну діяльність», засоби розмінування, контролю рівня води, сейсмічного захисту, вибухозахисні системи, системи захисту від блискавки, знаки цивільного захисту, системи оповіщення про надзвичайні ситуації, а також системи сигналізації (виявлення та оповіщення) про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій, до яких крім систем пожежної сигналізації, належать системи сигналізації про горючі та токсичні гази згідно з міжнародними стандартами [4], [5].

З вивчення положень технічних регламентів України та ЄС установлено, що ними не охоплено деякі види засобів цивільного захисту, у тому числі в залежності від їх сфери застосування. Для певних засобів цивільного захисту спеціальними вимогами не охоплено їх функціональну здатність в умовах надзвичайних ситуацій та пожеж, вогнегасну здатність та ефективність.

До такої продукції, відносно якої здійснює технічне регулювання Державною службою України з надзвичайних ситуацій, належать: мобільні споруди цивільного захисту, палатки для сил цивільного захисту та надання допомоги постраждалим, засоби рятування з висоти та на воді, колісні та гусеничні транспортні засоби цивільного захисту спеціального, спеціалізованого та оперативного призначення, знаки безпеки, що

використовуються у місцях громадського призначення, на планах евакуації та силами цивільного захисту, пожежний та/або рятувальний немеханізований інструмент та інвентар, гідравлічне пожежне устаткування, вогнегасники, вогнегасні речовини, антипірени та вогнезахисні матеріали, вогнестійкі засоби безпечного зберігання, засоби ліквідації розливу нафтопродуктів, високовольні кабелі зі спеціальними пожежними характеристиками, піротехнічні вироби для сил цивільного захисту, сигналізатори горючих та токсичних газів та технічні системи цивільного захисту.

Під час аналізування європейських технічних регламентів встановлено, що до засобів цивільного захисту застосовують такі процедури оцінки відповідності [6]:

- а) внутрішнього контролю виробництва (модуль А);
- б) експертизи типу (модуль В) в поєднанні з однією з таких процедур оцінки відповідності:
  - 1) відповідності типові на основі забезпечення якості виробничого процесу (модуль D);
  - 2) відповідності типові на основі забезпечення якості продукції (модуль E);
  - 3) відповідності типові на основі перевірки продукції (модуль F);
- в) відповідності на основі перевірки одиниці продукції (модуль G).

Виявлено особливі процедури оцінки відповідності залізничних тунелів [7]-[9], які належать до споруд цивільного будівництва та техногенно і пожежонебезпечних об'єктів. До залізничних тунелів та їх технічних систем протипожежного захисту застосовують процедури оцінки відповідності на основі перевірки технічної одиниці (модуль SG) та системи цілковитого управління якістю з експертизою проекту (модуль SH1).

Особливістю модуля SH1 є сертифікація призначеним органом інспектування системи управління якістю організацій, що виконують проектні, монтажні та будівельні роботи, експертизи проектної документації, нагляд за виконанням монтажних і будівельних робіт та виконання, за необхідністю, остаточних випробувань технічних систем. Для споруд та їх технічних систем цей модуль є модулем H1 з остаточною перевіркою або без неї, що застосовують для оцінки відповідності іншої технічної системи споруди – пожежного ліфта згідно з Директивою 2014/33/ЄС [10].

Із зазначеною європейською процедурою оцінки відповідності технічних систем протипожежного захисту узгоджуються положення європейських та міжнародних стандартів, зокрема [5], що встановлюють вимоги до проектування і монтування технічних систем протипожежного (цивільного) захисту.

Представлені результати аналітичних досліджень використано під час розроблення проекту Технічного регламенту засобів цивільного захисту.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 2273:2006 Протипожежна техніка. Терміни та визначення основних понять. – Чинний від 2007-04-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 40 с.
2. ГОСТ Р 22.9.22-2014 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Аварийно-спасательные средства. – Введ. 2014-09-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 10 с.
3. EN 1846-1:2011 Firefighting and rescue service vehicles – Nomenclature and designation. – Brussels: European committee for standardization, 2011. – 10 p.
4. ISO 7240-1:2014 Fire detection and alarm systems – Part 1: General and definitions. – Geneva: International Organization for Standardization, 2014. – 16 p.
5. ISO 7240-19:2007 Fire detection and alarm systems – Part 19: Design, installation, commissioning and service of sound systems for emergency purposes. – Geneva: International Organization for Standardization, 2007. – 33 p.
6. Модулі оцінки відповідності, які використовуються для розроблення процедур оцінки відповідності: затв. постановою Кабінету Міністрів України від 13 січня 2016 р. № 95. – Офіційний вісник України від 04.03.2016 – 2016 р., № 16, стор. 109, стаття 625, код акту 80890/2016.
7. Commission Regulation (EU) No 1303/2014 of 18 November 2014 concerning the technical specification for interoperability relating to ‘safety in railway tunnels’ of the rail system of the European Union. – OJ L 356, 12.12.2014, p. 394–420.
8. Directive (EU) 2016/797 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on the interoperability of the rail system within the European Union. – OJ L 138, 26.5.2016, p. 44–101.
9. Commission Decision 2010/713/EU of 9 November 2010 on modules for the procedures for assessment of conformity, suitability for use and EC verification to be used in the technical specifications for interoperability adopted under Directive 2008/57/EC of the European Parliament and of the Council (notified under document C(2010) 7582). – OJ L 319, 4.12.2010, p. 1–52.
10. Directive 2014/33/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to lifts and safety components for lifts. – OJ L 96, 29.3.2014, p. 251–308.

## **ПСИХОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СЛУЖБОВОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ОФІЦЕРІВ ТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ, ЯК ЕЛЕМЕНТ СИСТЕМИ ТЕХНОГЕННОЇ ТА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ**

Існуючі в сучасний час підходи до організації професійного навчання в вищій школі орієнтовані таким чином, що їх основним напрямком є показники успішності навчання, на що і направлена вся система підготовки фахівців, від професійного відбору до випуску з навчального закладу. Але при цьому не звертається належної уваги на формування у випускників необхідного рівня розвитку професійно значущих якостей особистості, спеціальних здібностей та інших психологічних особливостей, що дозволило би їм ефективно виконувати завдання в реальних умовах професійної діяльності з скороченим періодом адаптації. Це можливо досягнути в тому разі, коли буде приділятися достатня увага розвитку особистісного творчого потенціалу майбутнього фахівця.

Проведений аналіз багатьох досліджень присвячених організації підготовки у вищих навчальних закладах освіти показує, що високі показники успішності навчання не завжди корелюють з якістю виконання професійних функцій в умовах реального виробництва. В основному це пов'язане з тим, що не співпадають критерії оцінювання, з одного боку високі оцінки за теоретичну підготовку з іншого недостатній рівень виконання реальних професійних завдань. На цей аспект професійної підготовки фахівців зверталась увага в роботах. В.П.Беспалька, С.П. Бочарової, І.Я.Лернер, С.Д.Максименка, І.І. Приходько, Н.Ф.Талізної и др. де були виділені чотири рівня знань: знання – знайомства, знання – копії, знання – вміння, знання - трансформації (творча діяльність). В цих працях було показано, що основне завдання професійних вищих закладів освіти це сформулювати, спираючись на перші два, які повинні бути досягнуті у загальноосвітній школі, третій і четвертий рівні, тобто вміння якісно виконувати реальну практичну роботу. Також в них багато уваги приділяється необхідності ефективного психологічного забезпечення професійного навчання в вищих закладах освіти.

Психологічне забезпечення службової підготовки майбутніх офіцерів технічного профілю базується на уявленнях про властивості, якості, риси особистості, сукупності індивідуальних особливостей людини. Вивчення індивідуальності фахівця має велике значення для рішення проблеми організації психологічного забезпечення його професійної підготовки.

Системний аналіз проблеми, яка досліджується, потребує вивчення психологічних особливостей діяльності, враховуючи те, що праця майбутніх офіцерів технічного профілю проходить як в нормальних так і особливий та екстремальний умовах, з можливими швидкими переходами один від одного, особливостей особистості офіцерів, що проявляються в мотиваційній, когнітивній, емоційно-вольовій та організаційній сферах.

Вирішення проблеми психологічного забезпечення службової підготовки майбутніх офіцерів технічного профілю здійснюється на основі аналізу їх реальної професійної діяльності, котрий складається з отримання необхідної інформації, її обробки та створенню професіограми для подальшого застосування в прогнозуванні професійної придатності особистості, визначенні критеріїв ефективності професійної діяльності, необхідного рівня розвитку професійно важливих якостей фахівця, спеціальних здібностей тощо. Розробка професіограми діяльності офіцера технічного профілю ДСНС України дозволяє реалізувати на практиці діяльнісний підхід, що в свою чергу дає можливість обґрунтовано визначити напрямки психологічного забезпечення службової підготовки курсантів.

В основі розробки психологічного забезпечення службової підготовки майбутніх офіцерів технічного профілю покладені наступні принципи професійного навчання.

**Принцип діяльнісного розуміння професії.** Він може реалізовуватися при формуванні навчального плану, програм, змісту навчання, визначає що будь-яка технологія професійної підготовки має навчати професійної діяльності, тому зміст професійної діяльності стає метою і основним критерієм технології професійної підготовки.

**Принцип обґрунтованої побудови технологій професійної підготовки (принцип науковості).** Вінозначає насамперед те, що прийняті в процесі навчання рішення повинні базуватися на об'єктивних наукових фактах, а не на суб'єктивних думках про цінності того або іншого рішення, з ним пов'язано використання в навчальному процесі нових методів, засобів, організаційних рішень. Тому дидактики навчання повинна пристосовуватися до специфіки кожної професії, спеціальності, кожного навчального закладу. Для цього необхідно забезпечити систему постійного аналізу процесу, змісту професійної підготовки.

**Принцип відповідності технологій професійної підготовки сучасним світовим тенденціям розвитку фахової освіти.** Цим вимоги включають відповідність трьом глобальним процесам.

Фундаменталізації професійної освіти- в систему загальних і обов'язкових дисциплін професійної підготовки включають лише мінімальне число спеціальних і соціально-економічних курсів, а також розділів загальнонаукових дисциплін. Скорочується кількість годин обов'язкових аудиторних занять Загальні обов'язкові дисципліни доповнюються великою кількістю навчальних курсів на вибір.

Індивідуалізації професійної освіти яка складається – по-перше з врахування у технологіях професійної підготовки професійно важливих якостей людини, по-друге з введення в навчальний план курсів на вибір, по-третє з системи контролю та оцінки знань, навичок і умінь, яка заснована на індивідуальному рейтингу.

Система орієнтована на виділення групи здатних до навчання, на підвищення змагальності в навчанні, на диференціацію та індивідуалізацію процесу професійної підготовки.

Гуманітаризації професійної освіти являється збільшені частки часу на соціально-економічні і гуманітарні дисципліни.

**Принцип безперервного відновлення змісту професійної підготовки.** Здійснюється в наступних напрямках.

1. Оптимізація навчального плану конкретної спеціальності аж до виключення з нього дисциплін, що мають невелику освітню і професійну цінність.

2. Виключення з навчальних програм малозначимого матеріалу без збитку для цілісності професійної підготовки й освіти.

3. Врахування міжпредметних зв'язків у процесі професійної підготовки, робота з інтеграції знань, надбаних у ході навчання окремим предметам, покладається винятково на вивчення основних понять і структури курсу, що полегшує засвоєння конкретних питань, а також сприяє становленню творчого мислення, необхідного як для наступної професійної діяльності, так і подальшого самоосвітнього стилю мислення.

4. Структуризація навчального матеріалу - дозволяє значно заощадити навчальний час за рахунок узагальнення одиничних знань і дій у систему, яку повинен опанувати майбутній фахівець, це дозволяє самостійно орієнтуватися в необхідній області знань.

**Принцип оптимізації процесу професійної підготовки** визначає, що цілі навчання повинні бути досягнуті при мінімальних витратах сил з максимальною ефективністю, при цьому критеріями можуть бути:

- економія часу, який витрачається на навчання;
- висока якість професійної підготовки (може мати свою систему показників).

Оптимізація процесу навчання виходить з положення про необхідність раціонально використовувати зусилля студента і викладача, одним з напрямів якого є програмування навчальної діяльності, також вона може бути досягнута і за рахунок використання технічних засобів, дидактичних матеріалів і методів, що активізують процес навчання.

**Принцип якісної оцінки результатів навчальної роботи.** Багатьма дослідниками приділяється значна увага проблемі ефективності оцінки професійного навчання у вищих навчальних закладах освіти. Однак і в сучасний час не отримані задовільні результати, і проблема остається дуже не однозначною. Але прогрес в її подоланні є, що виражається у сучасній методології оцінки результатів професійного навчання, у розроблених методиках такої оцінки, та її критеріях. Такими критеріями якості навчання виступає досягнення поставлених цілей на кожному етапі навчання, що повинно підтверджуватися інформацією про ступінь досягнення цих цілей.

**Принцип відтворення процесу навчання і його результатів** він повинен бути ознакою кожної гарної сучасної технології навчання і означає прагнення до досягнення однакових результатів за умови використання певної техніки навчання та відносній сталості таких факторів, як рівень підготовки викладачів і студентів, соціальне середовище, матеріальна база навчальних закладів тощо. Визначена проблема розглядається в трьох аспектах.

Перший - стосується явищ у макромасштабі, тобто в масштабі цілісних освітніх систем. Коли система освіти, яка виправдала себе на практиці і прийнята в одній країні, може бути застосована для вирішення завдань професійної освіти у іншій країні або підготовки іншої групи фахівців, що дуже важливо для розвитку міжнародного співробітництва.

Другий аспект - пов'язаний з можливістю повторення циклів навчання. Це можливо досягнути за рахунок розвитку технологій професійного навчання, коли розроблені та перевірені практикою елементи навчально-виховного процесу, дозволять отримати близькі результати, показані різними групами студентів.

Третій аспект - можливість відтворення конкретної дидактичної техніки на будь-якому етапі та ситуаціях професійного навчання. Це визначає, що спільне або самостійне застосування дидактичної задачі, технології навчання повинне забезпечити досягнення заздалегідь передбачених результатів, тобто кожній дидактичній задачі можна поставити у відповідність відповідну техніку навчання.

**Принцип синтезу результатів, отриманих у суміжних з дидактикою областях знання.** Він визначає, що в організації професійної підготовки фахівців у вищих навчальних закладах освіти застосовуються результати різних педагогічних дисциплін, психології, соціології, математичної статистики тощо. Але рідко використовуються можливості таких дисциплін, як кібернетика, інформатика, теорія організації, логіка, ергономіка теорія комунікацій тощо. Виходячи з цього необхідно констатувати, що інтеграція знань різних дисциплін, які залучаються для рішення завдань професійної освіти, має бути націлена на вивчення різних аспектів освітньої активності особистості.

Таким чином, необхідно зазначити, що викладені вище методологічні принципи покладені в основу нашого дослідження психологічного забезпечення службової підготовки майбутніх офіцерів технічного профілю.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Баклицький І. О. Психологія праці: Підручник. – 2-ге вид., перераб. і доп. – К.: Знання, 2008. – 655 с.
2. Корольчук М. С., Крайнюк В. М. Соціально-психологічне забезпечення діяльності в звичайних та екстремальних умовах: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. - К.: Ніка-Центр, 2006- 580 с.
3. Основи психологічного забезпечення діяльності МНС: Підручник / За заг. ред. проф. О.В. Тімченка. – Харків: Вид-во УЦЗУ, 2009. - 217 с
4. Осьодло В.І. Психодіагностика та корекція функціональних станів офіцерів у динаміці професійної діяльності. Автореф. дис. канд. психол. наук. - К., 2001.

## **ВНУТРІШНЯ ГОТОВНІСТЬ ФАХІВЦЯ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ДО ВИКОНАННЯ ПРОФЕСІЙНОГО ОБОВ'ЯЗКУ**

До професійної підготовки фахівців цивільного захисту сучасним суспільством висувається цілий комплекс важливих вимог - окрім знань і вмінь, вони повинні володіти високою професійною й моральною культурою. Діяльність такого фахівця вимагає чіткого дотримання професійних обов'язків, сумлінне виконання яких, в значній мірі, залежить від особистісних якостей і моральної свідомості. В цьому контексті прослідковується закономірний зв'язок професійного обов'язку з моральним. Моральний обов'язок – це внутрішній примус, який схиляє індивіда до утвердження блага, добра. Професійний обов'язок відображає внутрішню, моральну необхідність певної діяльності чи поведінки, які визначаються зовнішніми, суспільними інтересами. Загалом, для фахівця цивільного захисту професійний обов'язок є продовженням морального, адже він детермінується об'єктивними потребами збереження суспільного блага. Як і моральний, професійний обов'язок має сприйматись фахівцем як власне, особисте зобов'язання, необхідність дотримання чи виконання вимог; індивід повинен сприймати певні громадянські чи виробничі зобов'язання як власний особистий обов'язок [2, 186]. Власне почуття обов'язку визначає потребу зіставляти свої дії з вимогами професійної моралі. Обов'язок, як моральна необхідність, стає для фахівця особистісним джерелом добровільного підкорення власної волі виконанню завдань покладених на сили цивільного захисту. Вимоги професійного обов'язку, які опираються на особисті переконання, є ефективним стимулом діяльності, а відтак це допомагає розглядати свої зобов'язання ширше, виходити за рамки простого виконання функціональних обов'язків.

Оскільки сумлінне виконання професійного обов'язку залежить як від набутих професійних навиків так і від особистісних якостей та моральної свідомості фахівця, то в процесі професійної підготовки особливу увагу слід звертати на забезпечення високого професійно-кваліфікаційного рівня осіб, які здобувають освіту; стимулювання інтересу здобувати нові знання; засвоєння нормативно-правової бази в межах якої має відбуватись професійна діяльність; чітке знання функціональних обов'язків; набуття досвіду практичної діяльності тощо. Крім цього, важливим аспектом готовності до виконання професійного обов'язку є: формування переконань щодо необхідності виконання своїх обов'язків так, як цього вимагають інтереси суспільства; гартування вольових якостей, організованості та самодисципліни, формування звички до належної поведінки; особиста активність та зацікавленість в підвищенні ефективності роботи свого підрозділу.

Таким чином, не лише фахова підготовка, а й моральна культура, де є місце уявленням про зміст обов'язку, належну поведінку, усвідомлення професійного обов'язку як морального, визначають сумлінне виконання професійних зобов'язань, а відтак і благополуччя суспільства.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Кодекс цивільного захисту України // [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/>
2. Малахов В.А. Етика: Курс лекцій: навч. посіб. / В.А. Малахов. – 4-те вид. – К.: Либідь, 2002. – 384 с.
3. Порядок організації внутрішньої, гарнізонної та караульної служб в органах управління і підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту Державної служби України з надзвичайних ситуацій // [Електронний ресурс] / Режим доступу: [zakon3.rada.gov.ua/](http://zakon3.rada.gov.ua/)

*А. В. Маковчик, к. пед. н., доцент, заступитель директора по учебной работе Института повышения квалификации и переподготовки учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», г. Минск.*

## **ХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ РАМКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМЫ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ СЛУЖБЫ БЕЛАРУСИ**

Развитие пожарного дела на территории современной Беларуси было тесно связано с аналогичными процессами, происходившими в России. Формирование пожарных команд сопровождалось недостатком финансовых и технических ресурсов (специального пожарного оборудования). Д.Н. Бородин в своем докладе на заседании Императорского Российского Пожарного Общества 4-го декабря 1912 года отмечал: «В почете у управ и полицмейстеров находятся только те брандмейстеры (начальники пожарных частей), которые вместе со своими командами и обозом обходятся городу возможно дешевле и притом не возбуждают никаких вопросов, сопряженных с новыми расходами, хотя бы это и было в ущерб для пожарного дела, а вместе с тем готовы, хотя бы и во вред службе, на всякие услуги для ближайшего начальства» [2, с. 6]. Экономия ресурсов на финансировании пожарной службы отрицательно сказывалась и на оплате труда персонала пожарных команд,

что в свою очередь способствовало комплектованию пожарной службы по остаточному принципу и низкой компетентности работников. «В состав комплекта брандмейстеров в городах Империи входят отставные рядовые, вахмистры, запасные фельдфебели и вообще лица, не располагающие каким-либо образовательным цензом, не говоря уже о профессиональном. Некоторые из них имеют возраст свыше 60 лет и получают нищенский оклад жалования» (Д.Н. Бородин) [2, с. 6]. Таким образом, в конце XIX - начале XX вв. в Российской империи актуализировалась проблема подготовки специалистов пожарного дела, способных выполнять обязанности брандмейстеров.

Попытка решения данной проблемы была осуществлена в 1896 году, когда на съезде Императорского Российского Пожарного Общества в Нижнем Новгороде по инициативе генерал-губернатора Н.М. Баранова был собран фонд для учреждения в Санкт-Петербурге специальных курсов пожарных техников [2, с. 12]. Начиная с 1897 года, данные курсы начали свою деятельность и ежегодно выпускали не более 10 руководителей пожаротушения (брандмейстеров). В 1906 г. по решению Городской Думы Санкт-Петербурга, было создано первое в России специальное учебное заведение по профессиональной подготовке специалистов пожарного дела (Курсы пожарных техников), с двухгодичным сроком обучения, ежегодно выпускавшее около 20 специалистов. Учебный план был разработан на основе зарубежного опыта подготовки пожарных специалистов (системы подготовки берлинской пожарной команды). В учебный план подготовки пожарных техников были включены следующие дисциплины: математика, физика, химия, черчение, теория горения, электротехника, пожарная тактика, устройство пожарных машин, страховое дело, сельское огнестойкое строительство, иппология [4, с. 42]. Для 100 миллионной Российской империи количество ежегодно выпускавшихся в тот период специалистов было недостаточно и не могло существенно улучшить работу по предотвращению и эффективному тушению пожаров. Таким образом, логичным и своевременным выступают выводы, отраженные в Протоколе заседания Императорского Российского Пожарного Общества от 4-го декабря 1912 года о необходимости:

Во-первых, назначения на должности брандмейстеров и начальников команд только лиц со специальным пожарно-техническим образованием.

Во-вторых, учреждения «целой серии пожарно-технических школ и курсов с теоретическим курсом и практическими работами по огнетушению и огнестойкому строительству» [2, с. 13-14].

В Реализации решения данного протокола в полном объеме помешали объективные обстоятельства, связанные с началом Первой мировой войны (1914 – 1918 гг.).

В период становления Советской власти был учрежден Пожарный совет (апрель 1918 г.), на рассмотрение которого была представлена система подготовки кадров для пожарной охраны, включавшая следующие виды учреждений образования: 1) краткосрочные трехмесячные курсы инструкторов пожарной профилактики; 2) средние учебные заведения (Пожарный техникум, Пожарно-техническое училище, Пожарная школа); 3) высшие учебные заведения (Пожарно-технический институт).

В июле 1918 г. на заседании учебной секции Пожарного совета был рассмотрен проект устава и учебный план Пожарно-технического института, в котором впервые предполагалось осуществлять подготовку пожарных инженеров. Институт был открыт в октябре 1919 г. и размещался на одной территории совместно с Пожарно-техническим училищем (бывшие Курсы пожарных техников) и Учебной пожарной командой. Ректором института был назначен П.К. Яворовский. Учебный план подготовки пожарных инженеров, рассчитанный на трехгодичный срок обучения, содержал общетехнические, специальные (инженерные) дисциплины и основы страхового дела.

В 1922 г. в связи с финансовыми затруднениями и смертью П.К. Яворовского Пожарно-технический институт и Пожарно-техническое училище были закрыты [1, с. 16-17].

Таким образом, можно отметить следующее:

Во-первых, подготовка кадров для подразделений пожарной охраны Российской империи в целом и подразделений размещавшихся на территории современной Беларуси в частности осуществлялась в основном посредством неинституализированной практики обучения персонала по месту службы.

Во-вторых, имевшая место институализированная практика подготовки кадров в конце XIX – начале XX вв. на территории России была ограничена и существенно не могла повлиять на работу по предотвращению и эффективному тушению пожаров на территории современной Беларуси.

В-третьих, становление и развитие институализированной практики подготовки кадров для пожарно-спасательной службы на территории Беларуси начинается после образования Белорусской Советской Социалистической Республики.

Следовательно, хронологические рамки исследования проблемы становления и развития педагогической системы подготовки кадров для пожарно-спасательной службы Беларуси закономерно ограничиваются периодом с 1922 г. по 2016 г.

Нижняя граница обусловлена:

– отсутствием на территории Беларуси до начала обозначенного периода учреждений образования, осуществлявших подготовку кадров для пожарно-спасательной службы [7, с. 289];

– началом нормативно-правового оформления пожарной службы Белорусской Советской Социалистической Республики (БССР): организована пожарная тройка из представителей пожарного отдела



Государственного политического управления (ГПУ) при Народном комиссариате внутренних дел (НКВД) БССР и Наркомтруда (октябрь 1922 г.), проведена Первая Всебелорусская пожарная конференция, на которой было принято «Положение о профессиональных пожарных командах» (сентябрь 1924 г.), утверждены Устав добровольной пожарной охраны (октябрь 1924 г.) и Устав Всебелорусского пожарного общества (декабрь 1924 г.) [3, с.9];

– созданием сети профессиональных пожарных команд и добровольных пожарных дружин (к 1925 г. в БССР было создано 26 профессиональных пожарных команд, общей численностью 448 человек и 975 добровольных пожарных дружин, общей численностью 27667 человек) [5, с.24];

– актуализацией проблемы подготовки руководящих кадров для создаваемой отечественной пожарно-спасательной службы [5, с. 25]; и открытием в 1929 году в г Минске краткосрочных пожарных курсов со сроком обучения 4 месяца для подготовки районных пожарных инструкторов и заведующих пожарной охраной предприятий [7, с. 315].

Выбор верхнего хронологического рубежа обусловлен оптимизацией сети учреждений образования МЧС Республики Беларусь и созданием на их учебно-материальной базе в 2016 году «Университета гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь» [6], в результате которой отечественная педагогическая система подготовки кадров для пожарно-спасательной службы, сформированная к началу XXI в. на территории Беларуси, должна существенно измениться.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов, С.Ю. К проблеме становления и развития пожарно-технического образования в России / С.Ю. Антонов // Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. 2013. № 3 (79) – С. 15-23.
2. Бородин, Д.Н. Значение профессионального образования пожарных [Электронный ресурс] / Д.Н. Бородин. – СПб., 1913. – 18 с. – Режим доступа: <http://fire-truck.ru/istoriya-encyclopedia/knigi-dn-borodina.html>. – Дата доступа: 28.08.2016.
3. Командно-инженерный институт: история создания и становления / В.П. Астапов [и др.]; под общ. ред. В.П. Астапова. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2002. – 68 с.
4. Новичкова, Н.Ю. Становление системы пожарно-технического образования в России / Н.Ю. Новичкова // Ярославский педагогический вестник – 2012 – № 2 – Том I (Гуманитарные науки) – С. 40-42
5. Пожарная охрана в Белоруссии // Пожарное дело. – 1925. – № 8. – С. 24– 25.
6. О реорганизации учреждений образования [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь от 19 авг.2016 г. № 313 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 23.08.2016, 1/16598. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 29.08.2016.
7. Яковчук, В.И. Пожарная служба Беларуси: история развития: моногр. / В.И. Яковчук; науч. ред. Н.М. Забавский. – Минск: БГПУ, 2005. – 419 с.

*О. Г. Мельник, к. т. н., с. н. с., Р. П. Мельник, к. т. н., К. В. Томенко, В. І. Музиченко,  
ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### НЕОБХІДНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ДСНС УКРАЇНИ

Ефективна інтеграція будь-якої держави в глобальну інформаційно-комунікаційну систему є умовою її процвітання, рівноправної участі в світовому співтоваристві. Кардинальні зміни щодо глобальної інформатизації, що відбуваються в суспільному житті України в цілому [1] і в структурних підрозділах Державної служби України з надзвичайних ситуацій зокрема, вимагають високого рівня підготовки здобувачів вищої освіти відповідних навчальних закладів.

В сучасних умовах для майбутнього висококваліфікованого фахівця з протипожежної безпеки особливої цінності набувають такі соціальні та особистісно значущі якості, як готовність до рішучих, цілеспрямованих дій, загострене почуття нового й передового, прагнення до самовдосконалення та творчого пошуку, до підвищення ефективності й якості праці, до використання новітніх інформаційних технологій. Все це створює передумови для широкого впровадження в педагогічну практику нових методів організації навчального процесу, нового підходу до вирішення психолого-педагогічних проблем. Це, в свою чергу, потребує переосмислення досвіду реалізації нових інформаційних технологій, аналізу й оцінки можливостей їхнього використання в навчальному процесі під час підготовки майбутніх рятувальників.

Оскільки професія рятувальника пов'язана з високим ступенем ризику, то перспективним напрямом удосконалення їх підготовки є впровадження віртуальних технологій навчання [2]. Тому для реалізації креативних можливостей майбутніх рятувальників пожежної служби та розвитку їх особистісних якостей, що в цілому дає можливість сформуванню багатосторонньо розвинену особистість, яка реалізуватиме свій потенціал в сучасних реаліях служби, необхідно впроваджувати симуляційні технології навчання, необхідні як для професійної підготовки, так і для оцінки професійних навичок. Віртуальні симулятори та інші технічні засоби

навчання дозволяють з тією чи іншою мірою достовірності моделювати процеси, ситуації та інші аспекти професійної діяльності пожежно-рятувальної служби.

Такими є симулятори проведення перевірки протипожежного стану об'єкту, що пропонуються до створення за допомогою програмного комплексу SketchUp. Подібне моделювання різноманітних сценаріїв проведення перевірки, розміщення стажерів в реалістичних ситуаціях, прийняття ними рішення покращує набуття необхідних навичок. Такі програми моделювання ситуацій не тільки сприяють поліпшенню особистих професійних навичок і їхньої оцінки, але так само дають можливість оцінити готовність фахівців до виконання своїх професійних обов'язків.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Указ Президента України «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» № 344/2013 від 25.06.2013 р.
2. Мельник Р.П. Програмні засоби візуалізації як невід'ємна частина підготовки фахівців ДСНС України / Р.П. Мельник, О.Г. Мельник, С.В. Гончар // Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій: мат-ли VII міжнар. наук.-практ. конф., 19-20 травня 2016 р. – Черкаси, 2016. – С. 283–285.

*Л. І. Мохнар, к. пед. н., М. В. Фомич, к. психол. н., доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗУ*

### РОЛЬ ВИКЛАДАЧА ВИЩОЇ ШКОЛИ У ВИХОВАННІ КУЛЬТУРИ МІЖСОБИСТІСНОЇ ВЗАЄМОДІЇ КУРСАНТІВ ВНЗ ДСНС УКРАЇНИ

Історія розвитку педагогічної науки яскраво свідчить про те, що у різні історичні періоди проблема взаємодії суб'єктів педагогічного процесу – учнів і вчителів, викладачів і студентів, була надзвичайно актуальною. Вища школа завжди була одним із основних виховних інститутів суспільства і в сучасних умовах її роль у вихованні молоді зростає. Величезна соціальна значущість педагогічної праці споконвічно визначала високі вимоги до особистості вчителя, викладача, вихователя. Педагогічна діяльність викладачів вищих навчальних закладів відзначається особливо високою соціальною відповідальністю, адже їх зусилля спрямовуються на підготовку еліти нації, фахівців вищої кваліфікації, від рівня знань та умінь яких, залежить якість соціально-економічної, політичної, культурної розбудови української держави, формування національної свідомості і духовності її громадян.

Сьогодні є очевидно і не викликає сумнівів, надзвичайно гостра необхідність підготовки кваліфікованих фахівців служби цивільного захисту, які володіють високою загальною психологічною та професійною культурою, умінням самостійно та гнучко мислити, ініціативно і творчо вирішувати професійні та життєві питання. Це забезпечить їх повноцінну службову діяльність не лише в екстремальних умовах, а й в умовах повсякденної службової діяльності.

Зазначимо, що вперше проблема психологічної культури педагогів стосовно навчання курсантів вищих навчальних закладів була проаналізована у наукових дослідженнях А.В. Барабанщикова [1]. Автор розуміє під цим поняттям певний ступінь оволодіння педагогічним досвідом людства, рівень вдосконалення педагогічної діяльності. Дослідник виділяє складові частини цієї культури. До них він відносить педагогічну ерудицію, інтелігентність, педагогічну майстерність, уміння поєднувати педагогічну та наукову діяльність, систему професійно-педагогічних якостей, педагогічне спілкування і поведінку, вимогливість, потребу у самовдосконаленні.

Інтелектуальні, ідейно-політичні та моральні якості викладача та його особистий приклад мають вагомое значення в усьому навчально-виховному процесі. Серйозний вплив на виховання особистості курсанта відіграють загальний авторитет і педагогічні здібності педагога. Його велика обізнаність, лекторська майстерність, екстравертованість, привабливі риси характеру, навіть зовнішність доповнюють позитивний імідж. Навпаки, недбайливе ставлення до своїх обов'язків, забудькуватість, а також лайливість, брутальність, інші вади суто людських позицій, з якими не бореться сам педагог, призводять до нездатності впливу на курсантів. Хоч останні не завжди вступають у конфлікт з викладачем, намагаючись уникати його, але в них утворюється стійка негативна реакція на його заняття, емоційна неприязнь до нього. Так само негативно ставляться курсанти до того, хто не володіє достатньою мовленнєвою майстерністю і при читанні лекцій виявляє низьку культуру мови. Тому, однією з найважливіших умов забезпечення ефективності педагогічної взаємодії є розвинена комунікативна культура (культура спілкування). Позитивних результатів у вихованні досягають ті педагоги, які мають високу психологічну культуру, і навпаки – негативні приклади брутальності, та грубості, використання ненормативної лексики свідчать про відсутність культури.

Професійна культура повинна бути підвалиною діяльності викладача вищої школи і забезпечувати як удосконалення навчально-виховного процесу, так і самовдосконалення кожного викладача вищої школи.

Викладач ВНЗ має також досконало володіти педагогічною культурою, адже за висловом А. Дістервега "як ніхто не може дати іншому того, що не має сам, так не може розвивати, виховувати і навчати той, хто сам не розвинений, не вихований, не освічений". Тому ще 1639 року в Сорбонні у Великій хартії університетів, сформованій з метою їх об'єднання, було проголошено, що вища школа є інститутом відтворення і передачі культури.

Висока духовна, професійна і педагогічна культура викладача сприяють успішному вирішенню завдання навчання і виховання курсантів, високий моральний авторитет позитивно впливає не тільки на особистість окремого викладача, а й сприяє формуванню необхідної суспільної думки, колективного настрою, викликає намагання бути схожими на нього. Велике значення при цьому має цілеспрямованість діяльності викладача, а також постійне врахування ним психологічних особливостей кожного курсанта.

Для того, щоб виховати курсантів із високою психологічною культурою, відповідно і сам педагог повинен мати високорозвинені духовні інтереси та потреби. Викладачеві ВНЗ ДСНС України мають бути притаманні різнобічні інтереси, широкий кругозір, глибока потреба в інтелектуальному саморозвитку. Він має право учити до тих пір, поки вчиться сам – це правило повинно стати професійним кредом сучасного викладача будь-якого ВНЗ.

На сьогоднішній день, як зазначає М.І. Нещадим, існує такий „недолік у військовій освіті України як певна невідповідність структури змісту навчання вимогам життя й реальній практичній діяльності військових фахівців” [2, с. 130] – ось чому педагог не повинен бути задоволеним досягнутими успіхами, а прагнути до самовдосконалення.

Отже, ми вважаємо, що культура взаємодії викладача і курсантів є одним із найбільш важливих чинників формування високопрофесійного, компетентного спеціаліста і неповторної, яскравої особистості з найвищими духовними цінностями. Викладач відіграє вирішальну роль в організації педагогічної взаємодії. Результатом ефективної взаємодії є формування у курсантів здатності до управління своєю діяльністю, самим собою як суб'єктом, перетворюючи навчання в дійсно корисний процес, підвищення мотивації, "Я-концепції", самопізнання, відповідальності за себе, свої дії, вміння робити вільний вибір і відповідати за нього. Чим вищою буде психологічна культура викладача ВНЗ ДСНС України та ґрунтовнішою освіта курсантів, тим вищий рівень психологічної культури можна сформувати під час навчання. Відзначимо, що цей процес не припиняється після закінчення вищого навчального закладу, проте чим вищий рівень було закладено під час отримання вищої освіти, тим кращих позитивних результатів можна досягти у подальшому удосконаленні в професійній фаховій діяльності.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Барабанщиков А.В. Развитие творческого мышления слушателей. – М.: Воениздат, 1979. – 170 с.
2. Нещадим М.І. Військова освіта України: історія, теорія, методологія, практика: Монографія. – К., 2002. – 848 с.

*І. М. Неклонський, к. військ. н., доцент, НУЦЗУ*

#### МОДЕЛЬ ДІЯЛЬНОСТІ СИСТЕМИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В РІЗНИХ РЕЖИМАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ

Єдина державна система цивільного захисту (ЄДСЦЗ) залежно від масштабів і особливостей виникнення надзвичайних ситуацій (НС) може функціонувати у різних режимах: повсякденного функціонування; підвищеної готовності; надзвичайної ситуації; надзвичайного стану. [1] Положенням про ЄДСЦЗ [2] визначається перелік заходів, що здійснюються у відповідному режимі, завдання та порядок взаємодії суб'єктів забезпечення цивільного захисту під час функціонування зазначеної системи у відповідному режимі. Для розроблення системи ефективного управління ЄДСЦЗ потрібен науковий підхід щодо оцінювання діяльності системи в різних режимах функціонування.

Для обґрунтування рішення щодо ефективності діяльності системи цивільного захисту в різних режимах функціонування сформована математична модель, в якій процес, що протікає в системі, описується математичними методами дослідження операцій. [3]

Нехай система  $S$  (ЄДСЦЗ) має наступні стани:  $S_0$  - режим повсякденного функціонування;  $S_1$  - режим підвищеної готовності;  $S_2$  - режим надзвичайної ситуації;  $S_3$  - режим надзвичайного стану. Побудуємо розмічений граф стану системи, позначивши  $\lambda_{ij}$  інтенсивність потоку подій, що переводить систему із одного стану в інший. (рис. 1)

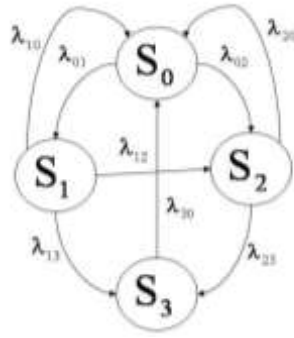


Рисунок 1 - Розмічений граф стану системи

Тоді система  $S$ , що розглядається, має чотири стани ( $n = 4$ ) і в момент часу  $t$  буде знаходитись в одному з них з ймовірністю  $p_i(t)$ . А для любого моменту часу сума всіх ймовірностей станів дорівнює одиниці:  $\sum_{i=1}^n p_i(t) = 1$ . Тепер маючи розмічений граф стану системи можна знайти всі ймовірності станів  $p_i(t)$  як функції часу. Для цього складемо рівняння Колгморова, яке буде мати наступний вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_0}{dt} &= \lambda_{10} \cdot p_1 + \lambda_{20} \cdot p_2 + \lambda_{30} \cdot p_3 - (\lambda_{01} + \lambda_{02}) \cdot p_0; \\ \frac{dp_1}{dt} &= \lambda_{01} \cdot p_0 - (\lambda_{10} + \lambda_{12} + \lambda_{13}) \cdot p_1; \\ \frac{dp_2}{dt} &= \lambda_{02} \cdot p_0 + \lambda_{12} \cdot p_1 - (\lambda_{20} + \lambda_{23}) \cdot p_2; \\ \frac{dp_3}{dt} &= \lambda_{13} \cdot p_1 + \lambda_{23} \cdot p_2 - \lambda_{30} \cdot p_3; \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де  $p_i$ ,  $i = 0,1,2,3$  - ймовірність  $i$ -го стану системи  $S$  ( $S_0, S_1, S_2, S_3$ ).

Розв'язання рівняння дає можливість знайти всі ймовірності станів як функцію часу. Крім того, в теорії випадкових процесів доводиться, що якщо число  $n$  станів системи є кінцевим та із кожного з них можна перейти в любой інший стан, то існують фінальні ймовірності. Тобто при  $t \rightarrow \infty$  в системі  $S$  встановлюється граничний стаціонарний режим, в якому система випадковим образом змінює свої стани, але їх ймовірності уже не залежать від часу.

Тоді по графу станів (рис.1) можна написати систему лінійних алгебраїчних рівнянь, яка буде мати наступний вигляд:

$$\left. \begin{aligned} p_0(\lambda_{01} + \lambda_{02}) &= \lambda_{10} p_1 + \lambda_{20} p_2 + \lambda_{30} p_3; \\ p_1(\lambda_{10} + \lambda_{12} + \lambda_{13}) &= \lambda_{01} p_0; \\ p_2(\lambda_{20} + \lambda_{23}) &= \lambda_{02} p_0 + \lambda_{12} p_1; \\ p_3 \lambda_{30} &= \lambda_{13} p_1 + \lambda_{23} p_2. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Для визначення значень фінальних ймовірностей для системи рівнянь (2) необхідно ввести так звану нормувальну умову  $p_0 + p_1 + p_2 + p_3 = 1$  та відкинути одне з рівнянь, так як воно виходить як наслідок з інших.

Так як під фінальною ймовірністю стану системи розуміють середній відносний час перебування системи в цьому стані то знання фінальних ймовірностей може допомогти оцінити середню ефективність роботи системи.

Таким чином, для обґрунтування рішення щодо ефективності діяльності системи цивільного захисту в різних режимах функціонування побудована математична модель, в якій процес, що протікає в системі, описується математичними методами дослідження операцій.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України [Текст]: закон України від 02.10.2012 р. № 5403-VI // Офіційний вісник України. - 2012 р. - № 89. - 30 листопада. - С. 9.

2. Про єдину державну систему цивільного захисту [Текст]: постанова Кабінету Міністрів України від 9 січня 2014р. № 11. // Офіційний вісник України. – 2014. – № 8. – 31 січня. – С. 341.

3. Неклонський І.М. Математична модель діяльності системи цивільного захисту в різних режимах функціонування [Електронний ресурс] / І.М. Неклонський, Д.Л. Соколов // Проблеми надзвичайних ситуацій: зб. наук. пр. – Харків: НУЦЗУ, 2016. – Вип. 24. – С. 82-86. – Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol24/neklonsky.pdf>

*С. М. Неменуца, к. с.-г. н.,  
Одеська національна академія харчових технологій*

## **МЕТОДИ НАВЧАННЯ З ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ БАКАЛАВРІВ ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ НА КАФЕДРІ БЖД ОНАХТ**

Відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 26 червня 2013 р. № 444 «Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях» підготовка студентів у вищих навчальних закладах освіти I-IV рівнів акредитації здійснюється згідно двох спеціальних програм нормативних навчальних дисциплін, одна з яких «Безпека життєдіяльності». Одеською національною академією харчових технологій здійснюється підготовка бакалаврів напрямів підготовки 6.140101 «Готельно-ресторанна справа» та 6.140103 «Туризм». У 2-6 семестрі студенти цих напрямів підготовки вивчають курс «Безпека життєдіяльності».

Основною метою курсу є набуття студентами компетенцій, знань, умінь і навичок для здійснення професійної діяльності в туристичній індустрії.

Завданням курсу «Безпека життєдіяльності» є опанування знаннями, вміннями та навичками вирішувати професійні завдання з обов'язковим урахуванням галузевих вимог щодо забезпечення безпеки персоналу та захисту населення в небезпечних та надзвичайних ситуаціях і формування мотивації щодо посилення особистої відповідальності за забезпечення гарантованого рівня безпеки функціонування об'єктів галузі, матеріальних та культурних цінностей в межах науково-обґрунтованих критеріїв прийняттого ризику.

Засвоївши дисципліну «Безпека життєдіяльності» майбутні бакалаври повинні володіти сукупністю загальнокультурних та професійних компетенцій з питань безпеки життєдіяльності, які будуть затребувані в роботі після закінчення навчання, в тому числі:

- здатність оцінити середовище перебування щодо особистої безпеки, безпеки колективу, суспільства, провести моніторинг небезпечних ситуацій та обґрунтувати головні підходи та засоби збереження життя і здоров'я;
- уміння орієнтуватися в основних методах і системах забезпечення техногенної, природної та соціальної безпеки;
- спроможність оцінити сталість функціонування підприємства в умовах надзвичайних ситуацій та обґрунтувати заходи щодо її підвищення;
- орієнтуватись в основних нормативно-правових актах в області забезпечення безпеки тощо.

В межах курсу особлива увага приділяється питанням пожежної безпеки. Адже пожежі можуть спричинити надзвичайні ситуації та привести до невиправних наслідків. Питання пожежної безпеки розбираються на лекціях, під час практичних робіт студентів і самостійного навчання.

На лекції навчальний матеріал викладається більш в пізнавальному плані. Це допомагає студентам у цілому орієнтуватися в питанні. Частково використовуються елементи методики проблемної лекції, а саме наведення прикладів конкретних життєвих ситуацій та наукових проблем. Лекції супроводжуються елементами наочності: презентація та фільми. Студенти знайомляться із загальними поняттями про основи теорії розвитку та припинення горіння, а саме: умовами виникнення, видами, формами, швидкістю поширення, хронологією, класами пожежі. Розбираються небезпечні та шкідливі чинники, які діють на людину при потраплянні в зону впливу пожежі: токсичні продукти горіння; вогонь; підвищена температура середовища; дим; недостатність кисню; руйнування будівельних конструкцій; вибухи; витікання небезпечних речовин, що відбулося внаслідок пожежі; паніка. Вивчаються дії персоналу засобів розміщення туристів та закладів харчування (готель, турбаза, майданчик для кемпінгу, судна, що стаціонарно встановлені на березі, спортивні будинки та споруди, ресторан тощо) при настанні надзвичайної чи небезпечної ситуації, правила взаємодії з пожежно-рятувальними підрозділами. Знайомляться з законодавчою базою в галузі пожежної безпеки, правами і обов'язками туристів і працівників туристичної індустрії щодо пожежної безпеки.

Теоретичні знання з пожежної безпеки закріплюються на практичних заняттях (за даними американських учених, під час практики студент засвоює 75 % матеріалу). Студенти вивчають основні вогнегасні засоби і речовини, вчать обирати їх. Знайомляться з первинними засобами пожежогасіння (комплектацією та вимогами до встановлення пожежних щитів), характеристикою основних елементів устаткування водяного пожежогасіння (розміщенням, організацією місць, правилами перевірки оснащення). Грамотно експлуатувати і утримувати вогнегасники допомагають вивчення їх будови і принципу дії, правил

розміщення. Практично студенти навчаються користуватися вогнегасниками: повітряно-пінними, вуглекислотними, порошковими. Вивчається будова і принцип дії автоматичних систем пожежогасіння. Виконується індивідуальне завдання (ситуаційні): розраховують витрати води на внутрішнє і зовнішнє пожежогасіння для підприємства. Для ефективного засвоєння на заняттях використовуємо відеозаписи, схеми, плакати тощо. Закріплюються знання шляхом відповідей на питання тестів.

Самостійно вивчаються загальні питання організації пожежної безпеки на підприємстві та відповідальність за порушення (невиконання) вимог пожежної безпеки.

Продовжується підготовка майбутніх бакалаврів з питань пожежної безпеки при вивченні навчальної дисципліни «Основи охорони праці» у 6-8 семестрі. Вони вивчають пожежовибухонебезпечні властивості речовин і матеріалів; класифікацію об'єктів за вибухопожежною та пожежною небезпекою; вимоги до улаштування шляхів евакуації і евакуаційних виходів із будівель та приміщень.

Отже, побудована таким чином системи навчання з пожежної безпеки майбутніх бакалаврів напрямів підготовки 6.140101 «Готельно-ресторанна справа» та 6.140103 «Туризм» допомагає їм усвідомити загрози від пожежі. Формується відповідальність за особисту і колективну безпеку. Знання правил організації пожежної безпеки на підприємстві будуть затребувані в роботі після закінчення навчання. Допоможуть захищатися і захищати від пожежі людей, ліквідувати її наслідки.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова КМ України від 26 червня 2013 р. № 444 «Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях»

2. Конспект лекцій з курсу «Безпека життєдіяльності» для бакалаврів напряму підготовки 6.140101 «Готельно-ресторанна справа» та 6.140103 «Туризм» денної та заочної форм навчання / Укл. В.М. Лисюк, С.М. Неменуца /Одеса: ОНАХТ, 2016.- 92с.

3. Методичні вказівки до практичних робіт з курсу БЖД для бакалаврів усіх професійних напрямків денної і заочної форм навчання /Укл. О.А. Нетребський, С.М. Неменуца, З.М. Сахарова / Одеса: ОНАХТ, 2014.- 114 с.

4. Лисюк В.М., Фесенко О.О., Сапожнікова Н.Ю. Основи охорони праці: конспект лекцій. Одеська національна академія харчових технологій, 2016. – 98 с.

*Ю. П. Ненько, к. пед. н., доцент*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗУ*

#### **PROFESSIONALLY ORIENTED COMMUNICATION DURING TRAINING AS A CONDITION OF FORMING CADETS' READINESS TO PROFESSIONALLY ORIENTED COMMUNICATIVE ACTIVITY**

An integral component of government activity is to ensure protection of the population, territory, environment and property from emergencies. Public safety and safety of social facilities are achieved by the unified state policy in this area, implementation of measures of economic, institutional, educational and other measures [1].

In connection with this university professors that train officers for civil protection service of Ukraine receive a fundamentally new challenge targeted at improvement of professional training in all areas of activity (productive organization of professionally-oriented communication training).

However, by this time the notion of «readiness for professionally oriented communicative activity» is not enough illuminated. Although it is often commented in psychological literature, still there are not enough scientific papers devoted to the research of nature and conditions of formation of this phenomenon.

The analysis showed that aspects of theoretical foundations of readiness for professionally oriented communicative activity, its specificity are still not yet adequately reflected in scientific literature [2].

In our opinion, the most important purpose of cadets' training is forming readiness perform their professional functions. A wide range of professional activities of future officer should be reflected in particular in communicative training. To obtain this result, practice proves, the use of traditional methods of formation readiness for professional communication on lectures and seminars is insufficient, because, in addition to obtaining the necessary information about the types, forms and methods of communication cadets must learn to use it in certain possible professional situations. The lack of skills to use information needed for professional communication leads to that fact a cadet who gets high marks during training, in practice, is not ready for professional communication in a particular situation, having no experience of professional communication.

Analyzing the educational process, we found that the formation of readiness for professionally oriented communicative activity is carried out in lectures, seminars and classes. Survey of cadets showed that 86.3% of respondents stressed the need for lectures in higher vocational school and only 2.4% were in favor of the replacement of it by other forms of educational work, arguing that the «traditional lecture itself outdated in an age of scientific and technical information».

Therefore, in our study, we decided to bring the educational process to the real operating conditions, created at lectures and seminars various situations of professional communication. To meet these challenges in research work we widely practiced creative tasks, problem setting, building a system of questions, creating situations of professional communication.

Situations of professional communication were complicated depending on the year of study. Thus, in the first year of study emphasis was mainly placed on techniques that control understanding of the studied material: rhetorical questions, a brief conversation at the beginning of the class on the previously learned material, leading questions, tasks in textbooks and additional literature, creative tasks, situations that reveal the essence of the studied phenomena and professional concepts.

At the 2-3 years of study juxtaposition of traditional methods with the teachers' creative search led to creation of different situations of professional communication during lectures and seminars by teachers, which allowed to provide conditions in which cadets had to solve many communication problems.

The basic method of creating situations of professional communication at lectures was setting and solving communication problems the use of which would help cadets mentally put themselves in a particular professional situation, «look» in the officer's cabinet, see him in the interconnection with the environment. Solving professional problems helped to increase erudition, improve communication skills of a professional.

Situations of professional communication gave cadets an opportunity to analyze the studied phenomenon, establish connections with members of professional relationship, linguistic influences and responses of the opponents, understand the logical connections, sequence of communicative action, compare the previously received and new acquired knowledge, to use it while solving practical problems of professional communication [3].

In the process of solving typical problems cadets acquired skills of theoretical analysis of speech, ability to compare, classify verbal evidence, make conclusions about the specifics of certain events, thereby improving the level of their own communication culture, developing professional communicative thinking.

Conclusions. Thus, creation of professional communication situations at lectures and seminars significantly activates the position of cadets; in the classroom cadets that passively accept and then mechanically reproduce information are transformed into active participants in the communication process, when they have to think, solve, find a way out of suggested situations express, define their attitude to the phenomenon. The above listed promotes cadets' readiness for professionally oriented communicative activity.

#### REFERENCE

1. Каган М. С. Общение как ценность и как творчество / М. С. Каган, А. М. Эткинд // Вопросы психологии. – 1988. – № 4. – С.25–34.
2. Мойсеенко А. О. Готовність населення України до діяльності в інформаційному суспільстві / А. О. Мойсеенко // Інформаційне суспільство. Шлях України. – К. : Відродження та ПРООН, 2004. – С. 231–239.
3. Пехота Е. Н. Индивидуализация профессионально-педагогической подготовки учителя : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.04 / Е. Н. Пехота. – К, 1997. – 401 с.

*О. В. Новак, Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации» Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ФОРМ И МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛИРУЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СЛУШАТЕЛЕЙ

Возникновение новых образовательных технологий связано с необходимостью решения проблемы: как в ограниченный промежуток времени при заданных возможностях человека передать учащемуся увеличивающийся количественно и качественно объем знаний, умений, компетенций? Работа инспектора государственного пожарного надзора требует от него постоянного самосовершенствования, умения самостоятельно приобретать знания, осваивать новые технологии и передовой опыт.

Определенный вклад в решение этой задачи может оказать переход образования на более высокий технологический уровень. Это предполагает широкое использование средств информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в сфере образовательной деятельности.

Как показывает практика, применение электронных учебных сред с использованием сетевых технологий на базе систем управления обучением LMS (Learning Management System) позволяет эффективно организовать контролируемую самостоятельную работу. При этом каждый слушатель может выполнять задания независимо от других, в своем темпе рамках заранее предложенного расписания. У преподавателя появляется время для индивидуальной работы с каждым обучаемым.

Для ИТ-поддержки учебного процесса слушателей по специальностям переподготовки «Правоведение» и «Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций» в филиале «Институт

переподготовки и повышения квалификации» Университета гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь используется LMS Moodle.

Эта система обладает большими возможностями формирования и представления учебного материала, проверки знаний и контроля успеваемости, общения между учащимися и преподавателями, организации групповой работы. Интерфейс системы достаточно прост в использовании. Все это выгодно выделяет LMS Moodle среди прочих систем управления обучением.

В настоящее время ведётся работа по созданию электронных курсов в среде Moodle по всем дисциплинам переподготовки по специальностям «Правоведение» и «Предупреждение и ликвидация ЧС». Конечно, процесс наполнения среды учебно-методическим материалом занимает много времени, но преимущества, которые преподавателю дает система управления обучением, того стоят. Совсем не обязательно вводить данные через встроенный HTML редактор. Можно достаточно быстро имеющиеся в формате word учебно-методические материалы конвертировать в SCORM-пакеты (стандарт SCORM является признанным во всем мире стандартом в сфере e-learning и поддерживается практически всеми производителями LMS).

Содержание курса делится на модули, чтобы каждый модуль охватывал определенный раздел и включал в себя теоретический и практический материал, а также контрольные задания и тесты.

Система электронных практических занятий должна быть построена таким образом, чтобы слушатели самостоятельно могли освоить и проработать материал занятий, обращаясь к преподавателю лишь за консультацией. Вначале должны преобладать задания репродуктивного и реконструктивно-вариативного типа, которые выполняются на основе образца, подробной инструкции, известного алгоритма и характеризуются тем, что способ и принципы решения представлены в готовом виде в самом задании. В задании этого типа дается общий алгоритм решения, который должен быть доработан слушателем применительно к конкретной ситуации. Выполняя задания реконструктивной самостоятельной работы, слушатели постепенно усваивают общие схемы организации учебной познавательной деятельности, и в дальнейшем могут уже без какой-либо помощи со стороны преподавателя организовать свою учебную работу. После этого можно переходить к использованию частично-поисковых и творческих заданий, которые ориентированы на самый высокий уровень познавательной самостоятельности слушателя, требуют поиска, формулировки и реализации способа решения и связаны с поиском новых принципов решения поставленных задач.

Использование LMS Moodle в учебном процессе позволяет не только эффективно организовать самостоятельную работу, но и повысить мотивацию слушателей благодаря использованию новых форм и методов обучения.

*С. Ю. Обрусна, д. юр. н., доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України*

## **ОКРЕМІ ПРОБЛЕМИ ВИКЛАДАННЯ ПРАВОВИХ ДИСЦИПЛІН ДЛЯ НЕЮРИДИЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ**

Із прийняттям Конституції Україну проголошено правовою державою [1], процес розбудови якої і нині продовжується. Його якість і тривалість, у значній мірі, залежатиме від кожного громадянина, рівня його правових знань і правової свідомості. На жаль, рівень знань сучасної молоді із правових дисциплін нині залишається недостатнім та таким, що не відповідає потребам сьогодення. Однак складно заперечувати, що оволодіння достатнім обсягом правових знань є одним із пріоритетних напрямків у формуванні її правової свідомості. Крім того, професійність майбутнього фахівця залежить від набуття ним у вузі комплексу знань з різних навчальних курсів та дисциплін, у тому числі й правових. Але у межах визначеної кількості годин для опанування знаннями про право і законодавство на неюридичних спеціальностях складно вести мову про їх якість.

Знайомство із правовими дисциплінами у вузі розпочинається із вивчення навчальної дисципліни «Правознавство», що не лише дає знання з основних галузей права, але є підґрунтям для вивчення фахових дисциплін правового характеру в подальшому. На сьогодні вказана дисципліна віднесена до вибіркової частини змісту освіти, що у значній мірі негативно впливає на формування компетентного у правових питаннях спеціаліста. Крім того, кількість годин, відведених на її вивчення, фактично унеможливує навіть ознайомлення із основами фундаментальних галузей права. Мова вже не йде про той значний масив законодавства, прийнятого за останні роки.

У цьому зв'язку можна передбачити думки опонентів, про те, що вказана дисципліна вивчається у школі, а отже її вивчення у вузі – це, фактично, дублювання. Але на відміну від загальноосвітньої школи, у вузі даний предмет викладають юристи-науковці чи фахівці, які мають досвід практичної роботи і в змозі більш професійніше розглянути необхідні питання. Крім того, саме у студентські роки молодь більш свідомо відноситься до необхідності знань про право і в змозі розуміти та усвідомлювати їх.



Незаперечним є також і той факт, що підготовка майбутнього фахівця має носити комплексний характер та включати не лише знання, вміння і навички, що безпосередньо відносяться певної професії, а й дозволять орієнтуватися у питаннях міжгалузевого характеру. Володіння юридичними знаннями і вміннями дозволить більш фахово вирішувати професійні проблеми, відчувати власну юридичну захищеність, бути більш конкурентоздатним на ринку праці.

Отже, навчальні програми підготовки фахівців мають передбачати комплексну підготовку. Крім того, методика викладання кожної дисципліни має бути співмірною із спеціальністю, яку моделює навчальна програма. Важливо досить виважено підійти до формування блоку юридичних дисциплін у навчальних планах неюридичних спеціальностей. Позитивним у цьому контексті має бути його формування на основі рекомендацій юридичних кафедр (при наявності у вузі) або фахівців-юристів. Мається на увазі перелік дисциплін, кількість годин, послідовність вивчення тощо.

Проблемою на сьогодні залишається занадто вузьке бачення певної спеціальності. При чому, не лише студентами, але й їх наставниками. Маючи певне уявлення про свою професію, майбутні фахівці не бачать можливостей використання отриманих юридичних знань на практиці у своїй професійній діяльності, не усвідомлюють, що їх професіоналізм залежить і від рівня правової компетентності, і від рівня правової культури.

Вирішення вказаної проблеми може полягати в тому, що викладач має підібрати таку методику викладання, що сприяла б чіткому уявленню про призначення і цінність юридичних знань в структурі професійної підготовки. Від фаховості викладача значною мірою залежатиме формування стійкого усвідомлення того, наскільки ті чи інші знання, уміння та навички важливі як для майбутньої професійної діяльності, так і життя у державі та суспільстві.

Досить часто простежується проблема, пов'язана із перенесенням викладачами-юристами форм і методів викладання юридичних дисциплін на неюридичну спеціальність. Сам викладач на певному етапі починає усвідомлювати, що студенти-неюристи просто його не розуміють. Мається на увазі стиль усної юридичної мови, термінологію тощо. Важливо знайти так звану «золоту середину», щоб і не звести манеру викладання до побутового рівня, але й подавати матеріал, враховуючи той факт, що студенти-неюристи не мають достатніх знань з теорії права, а, отже низка юридичних термінів, сама юридична мова можуть бути складними для сприйняття.

Як свідчить досвід, викладання права для неюридичних спеціальностей має носити практичне спрямування. Майбутніх фахівців варто орієнтувати на роботу із нормативно-правовими актами, вирішення ситуаційних завдань, розгляд судової практики. Важливе значення має використання інтерактивних форм і методів навчання, що сприятимуть формуванню відповідних правових компетентностей. Позитивним є запрошення на відповідні тематичні заняття фахівців-практиків: адвокатів, суддів, фахівців юридичних компаній, проведення виїзdnих занять тощо.

Підсумовуючи аналіз проблеми викладання правових дисциплін для неюридичних спеціальностей, варто зазначити, що мета, зміст, методи, форми та засоби правового навчання віддзеркалюють соціальне замовлення суспільства, а зміни, які відбуваються в соціально-економічному житті соціуму, вимагають трансформації як методики навчання правознавства загалом, так і її складових. До того ж методика навчання правознавства студентів неюридичних спеціальностей потребує якісно нових методичних підходів, що мають спрямовувати навчальний процес на формування компетентного в правовій сфері фахівця.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Конституція України. Закон від 28.06.1996 № 254к/96-ВР [Електронний ресурс] // Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/laws/254k/96-вр

*А. В. Одинець, Л. П. Несенюк,  
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту*

#### **ОСНОВНІ ЗМІНИ ДО КЕРІВНИХ ДОКУМЕНТІВ, ЩО РЕГЛАМЕНТУЮТЬ ДІЯЛЬНІСТЬ, ПОВ'ЯЗАНУ З ОБЛІКОМ ПОЖЕЖ В УКРАЇНІ**

Упродовж останніх десяти років в Україні щорічно виникало близько 62 тис. пожеж, унаслідок яких гинуло понад 2,8 тис. людей і 1,5 тис. людей отримували травми. За цей період пожежами завдано прямих збитків на суму 9,1 млрд грн; побічних збитків – на суму 27,2 млрд грн.

Накопичення й аналізування статистичних даних про пожежі та їх наслідки дозволяє визначити найбільш “слабкі місця” в системі забезпечення пожежної безпеки в країні загалом, в окремих її підсистемах, а також приймати обґрунтовані управлінські рішення, направлені на її вдосконалення [1, 2].

Дослідження стану з пожежами є невід’ємною та важливою складовою управлінської діяльності, кожен етап якої ґрунтується на якісній, достовірній і своєчасній інформації. Статистичне дослідження пожеж та їх

наслідків, як і будь-яке статистичне дослідження, повинно починатися з отримання вихідної інформації, тобто обліку фактів і збору первинного матеріалу [3].

Облік пожеж ведеться з метою проведення аналізу причин та умов виникнення пожеж, оцінки стану пожежної безпеки населених пунктів та об'єктів, прогнозування ситуації, розроблення запобіжних заходів для забезпечення безпеки людей, збереження матеріальних цінностей і створення умов для гасіння пожеж [4].

Довгострокове спостереження за будь-яким процесом з метою оцінки його стану по відношенню до часу початку спостереження та прогнозу про його можливу поведінку в майбутньому називають моніторингом [5].

Останніми десятиліттями над проблематикою моніторингу пожеж, у т.ч. над аналітичним узагальненням досліджень щодо стану з пожежами в світі, працювали такі вчені як: М.М. Брушлінський, В.В. Кокорін, С.А. Лупанов, А.К. Мікєєв, С.В. Соколов, Пол Вагнер та інші. Останніми роками ними було підготовлено ряд матеріалів щодо статистики пожеж, що були опубліковані в якості монографій, підручників, наукових праць у фахових виданнях [6-9]. Однак, найменш вивченими як у вітчизняній, так і у світовій науці та практиці залишаються питання оцінювання реальних втрат від пожеж, витрат на забезпечення пожежної безпеки об'єктів різного функціонального призначення, проблеми збирання інформації про пожежі й аварії для окремих груп об'єктів, а також, загалом, системи моніторингу пожеж.

Певний внесок у питаннях щодо організації ведення статистичного обліку пожеж зроблено фахівцями і в Україні. За безпосередньої участі Денисової О.О., Климаса Р.В., Коршикової Т.О., Скоробагатька Т.М., Філона В.І., Яника Я.М. [3, 10] за останні 20 років декілька разів змінювалися й удосконалювалися правила та порядок обліку пожеж, картка обліку пожежі, інструкції з її заповнення. Ці зміни дозволили розширити номенклатуру показників, що враховуються під час підготовки даних про пожежі, та більш повно висвітлювати стан із пожежами.

Разом з тим, останні дослідження статистичних даних про пожежі та їх наслідки в Україні виявили потребу в удосконаленні порядку обліку пожеж і зміні методичних підходів до формування первинних даних шляхом внесення змін до керівних документів, що регламентують діяльність, пов'язану зі статистичним обліком пожеж у Державній службі України з надзвичайних ситуацій.

На теперішній час роботи, пов'язані зі статистичним обліком пожеж та їх наслідків у Державній службі України з надзвичайних ситуацій, виконуються відповідно до наказу МНС України [11] *Про заходи щодо організації виконання постанови Кабінету Міністрів України від 26 грудня 2003 року № 2030*, яким затверджено *Картку обліку пожежі, Інструкцію із заповнення та проходження картки обліку пожежі та Правила заповнення картки обліку пожежі*, на основі яких формується загальнодержавний масив карток обліку пожеж.

За результатами проведеного дослідження досвіду щодо обліку пожеж країн пострадянського простору [12], всебічного вивчення питання щодо впливу існуючих норм на порядок організації статистичного обліку пожеж та їх наслідків, повноту та достовірність первинних даних, обговорення проблемних питань щодо забезпечення ведення єдиного обліку пожеж та їх наслідків визначено шляхи з удосконалення обліку пожеж і розроблено проекти документів, що регламентують діяльність, пов'язану зі статистичним обліком пожеж та їх наслідків в ДСНС України, а саме:

- проект наказу *про забезпечення ведення обліку пожеж та їх наслідків*;
- проект *Картки обліку пожежі*;
- проект *Інструкцію по складанню Картки обліку пожежі*, що підготовлена шляхом *об'єднання Інструкції із заповнення та проходження картки обліку пожежі та Правил заповнення картки обліку пожежі*.

У проекті наказу *про забезпечення ведення обліку пожеж та їх наслідків* передбачено наказову частину про втрату чинності [11]; окремо встановлено відповідальність як за ведення обліку пожеж та їх наслідків, достовірність і повноту інформації про пожежі, так і за якісне та своєчасне складання карток обліку пожеж у підрозділах територіальних органів ДСНС України; передбачено строки набрання чинності наказу.

У *Картці обліку пожежі* та Інструкції по її складанню: з урахуванням набрання чинності у листопаді 2012 року *Кримінального процесуального кодексу України* [13] вилучено розділ VII "Хід розслідування пожежі та вжиті заходи" (за виключенням інформації про причину пожежі) та розділ VIII "Хід розслідування кримінальної справи"; вилучено інформацію про відомчу підпорядкованість об'єкту пожежі, галузь виробництва та сертифікацію виробів, причетних до виникнення пожежі; приведено у відповідність до ДБН В.2.5-56 [14] інформацію про системи протипожежного захисту об'єктів; доповнено інформацією про об'єкт пожежі щодо ступеню його ризику, належності об'єкту пожежі до об'єкту, на якому здійснюється державний нагляд (контроль) у сфері пожежної безпеки.

Крім цього, в *Інструкції по складанню Картки обліку пожежі* встановлено термін складання картки впродовж трьох діб від моменту ліквідації пожежі або надходження інформації про неї; вилучено термін її направлення не пізніше 10 діб до територіального органу ДСНС України; встановлено порядок оформлення та надання уточнених даних про пожежі; вилучено пункти стосовно порядку передачі інформації про пожежі, що виникли в останню декаду звітного місяця, та обов'язковості заповнення окремих позицій для об'єктів, на яких здійснюються заходи державного нагляду (контролю); встановлено терміни направлення інформації про пожежі до УкрНДІЦЗ; внесено зміни та доповнення до об'єктів пожеж, місць їх виникнення, виробів,

причетних до пожеж; передбачено, що розділ VI “Сили та засоби” заповнюється відповідно до Довідки про пожежу, що є додатком 1 до [15]; розширено номенклатуру причин виникнення пожеж.

Тож, внесення змін до документів, що регламентують діяльність, пов’язану зі статистичним обліком пожеж та їх наслідків в ДСНС України, сприятимуть створенню необхідних умов для підвищення достовірності та повноти первинних даних щодо обліку пожеж, інформативності й якості ведення даної роботи.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Хом’як Я.І. Аналіз стану з пожежами і наслідками від них в Україні за період з 2000 по 2008 роки та прогноз основних показників статистики пожеж на 2009 рік / Я.І. Хом’як, Р.В. Климаць, Т.М. Скоробагатько // Науковий вісник УкрНДІПБ. – К.: № 1 (19), 2009. – С. 7-24.
2. Хом’як Я.І. Стан із пожежами в містах та селищах міського типу України у 2009 році / Я.І. Хом’як, Т.М. Скоробагатько, Р.В. Климаць, Д.Я. Матвійчук // Науковий вісник УкрНДІПБ. – К.: № 1 (21), 2010. – С. 6-11.
3. Денисова О.О. Методика проведення статистичного обліку пожеж та звітність щодо них / О.О. Денисова, Т.М. Скоробагатько, Д.Я. Матвійчук // Науковий вісник УкрНДІПБ. – К.: № 2 (6), 2002. – С. 146-149.
4. Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження Порядку обліку пожеж та їх наслідків” від 26 грудня 2003 р. № 2030 (Офіційний вісник України, 2003 р., № 52, ст. 2802).
5. Концептуальні основи статистичного моніторингу / Д.Д. Айстраханов, М.В. Пугачова, В.С. Степанко та ін.; за ред. М.В. Пугачової. – К.: ІВЦ Держкомстату України. – 2003. – 343 с.
6. Брушлинский Н.Н. О принципах статистического учета пожаров в странах мира / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, С.А. Лупанов // Пожарное дело. – М.: № 6, 2006. – С. 40-44.
7. Кокорин В.В. Проблемы сбора информации о пожарах и авариях на производственных объектах: пути их решения / В.В. Кокорин, В.Д. Халиков, И.Я. Удилова, С.А. Шевцов // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – Воронеж: № 1 (10), 2014. – С. 21-25.
8. Микеев А.К. Пожар. Социальные, экономические, экологические проблемы / А.К. Микеев. – М.: Ассоциация “Пожнаука”. – 1994. – 386 с.
9. Пожары в России и в мире. Статистика, анализ прогнозы / Е.М. Алёхин, Н.Н. Брушлинский, П. Вагнер, Ю.И. Коломиец, С.А. Лупанов, С.В. Соколов; под ред. Н.Н. Брушлинского. – М.: Академия ГПС. – 2002. – 158 с.
10. Климаць Р.В. Шляхи удосконалення статистичного обліку пожеж та їх наслідків в Україні на регіональному та державному рівнях / Р.В. Климаць, Д.Я. Матвійчук // Науковий вісник УкрНДІПБ. – К.: № 2 (24), 2011. – С. 54-58.
11. Наказ МНС України “Про заходи щодо організації виконання постанови Кабінету Міністрів України від 26 грудня 2003 року № 2030” від 29 січня 2004 р. № 39.
12. Якименко О.П. Дослідження міжнародного досвіду щодо обліку пожеж / О.П. Якименко, Л.П. Несенюк, А.В. Одинець // Сучасний стан цивільного захисту України: перспективи та шляхи до європейського простору: матеріали 18 Всеукраїнської науково-практичної конференції рятувальників, 11-12 жовтня 2016 року. – К.: ІДУЦЗ, 2016. – С. 331-334.
13. Кримінальний процесуальний кодекс України від 13 квітня 2012 р. № 4651-VI (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2013 р., № 9-13, ст. 88).
14. Державні будівельні норми ДБН В.2.5-56:2014 “Системи протипожежного захисту”. – К.: Мінрегіонбуд України, 2015. – 127 с.
15. Наказ МНС України “Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту” від 13 березня 2012 р. № 575 (зарєстрований в Мін’юсті України 25.05.2012 за № 835/21147) (Офіційний вісник України, 2012 р., № 51, ст. 2043).

*О. О.Островерх, к. пед. н., доцент,  
Національний університет цивільного захисту України*

#### **ЩОДО СТВОРЕННЯ ІНТЕГРОВАНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЕРЖАВНОГО НАГЛЯДУ (КОНТРОЛЮ)**

03.11.2016 року Верховна Рада України прийняла Закон України № 1726-VII «Про внесення змін до Закону України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» щодо лібералізації системи державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності», котрий з 01.01.2017 року вступив в дію.

Цим Законом передбачено створення Інтегрованої автоматизованої системи державного нагляду (контролю).

Відповідно до статті 4<sup>1</sup> Закону України від 05.04.2007 року № 877-V «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності»:

1. Інтегрована автоматизована система державного нагляду (контролю) створюється з метою забезпечення суб'єктів господарювання та органів державної влади, органів місцевого самоврядування інформацією про заходи державного нагляду (контролю).

2. До інтегрованої автоматизованої системи державного нагляду (контролю) вносяться відомості про: юридичних осіб - найменування, ідентифікаційний код, місцезнаходження, види діяльності, ступінь ризику від провадження господарської діяльності; фізичних осіб - підприємців - прізвище, ім'я, по батькові, реєстраційний номер облікової картки платника податків (серія та номер паспорта - для фізичних осіб, які через свої релігійні переконання відмовилися від прийняття реєстраційного номера облікової картки платника податків, повідомили про це відповідному органу доходів і зборів та мають відмітку в паспорті), місце проживання, види діяльності, ступінь ризику від провадження суб'єктом господарювання господарської діяльності; найменування органів державного нагляду (контролю); види господарської діяльності, що підлягають державному нагляду (контролю); перелік нормативно-правових актів, дотримання вимог яких перевіряється під час здійснення заходів державного нагляду (контролю), з посиланням на офіційні веб-сторінки відповідних органів державного нагляду (контролю); річні плани проведення заходів державного нагляду (контролю) та план проведення комплексних заходів державного нагляду (контролю); результати здійсненого заходу державного нагляду (контролю) із зазначенням номера акта щодо виявлення або відсутності порушень законодавства, посилання на відповідні вимоги законодавства у разі виявлення порушень; короткий зміст розпорядчого документа про усунення порушень, виявлених під час здійснених заходів державного нагляду (контролю); застосовані до суб'єкта господарювання адміністративно-господарські санкції за результатами здійсненого заходу державного нагляду (контролю); результати оскарження розпорядчих документів органів державного нагляду (контролю) та застосовані до суб'єктів господарювання адміністративно-господарські санкції.

3. Відомості, що містять інформацію з обмеженим доступом, до інтегрованої автоматизованої системи державного нагляду (контролю) не вносяться.

4. Доступ до відомостей інтегрованої автоматизованої системи державного нагляду (контролю) (крім реєстраційних номерів облікових карток платників податків та паспортних даних) здійснюється через мережу Інтернет та є відкритим і безоплатним.

5. Під час створення інтегрованої автоматизованої системи державного нагляду (контролю) забезпечуються її сумісність і взаємодія з іншими інформаційними системами та мережами, що складають інформаційний ресурс держави.

6. Відомості, внесені до інтегрованої автоматизованої системи державного нагляду (контролю), захищаються відповідно до вимог законодавства у сфері захисту інформації.

7. Інтегрована автоматизована система державного нагляду (контролю) є об'єктом права державної власності.

8. Створення та функціонування інтегрованої автоматизованої системи державного нагляду (контролю) забезпечує центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну регуляторну політику, політику з питань нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності, ліцензування та дозвільної системи у сфері господарської діяльності та дерегуляції господарської діяльності, який є її держателем.

9. Технічним адміністратором інтегрованої автоматизованої системи державного нагляду (контролю) є державне унітарне підприємство, яке належить до сфери управління центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері державної реєстрації юридичних осіб, фізичних осіб - підприємців та громадських формувань, та здійснює заходи з адміністрування і програмного супроводження інтегрованої автоматизованої системи державного нагляду (контролю), відповідає за збереження її даних, захищає їх від несанкціонованого доступу та знищення.

10. Порядок функціонування інтегрованої автоматизованої системи державного нагляду (контролю), внесення відомостей до неї та строки розміщення цих відомостей затверджуються Кабінетом Міністрів України.

11. Органи державного нагляду (контролю) та центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну регуляторну політику, політику з питань нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності, ліцензування та дозвільної системи у сфері господарської діяльності та дерегуляції господарської діяльності, зобов'язані вносити відомості до інтегрованої автоматизованої системи державного нагляду (контролю) у строки, визначені законодавством".

## ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України від 05.04.2007 року № 877-V «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» із змінами та доповненнями.

## **ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИЩОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ В СИСТЕМІ ДСНС УКРАЇНИ**

Нині у світі зростає увага до якості та стандартів освіти, що пояснюється швидким розвитком цієї сфери і водночас підвищенням вартості освітніх послуг для держави і людей. Нові ініціативи і вимоги, що виникають як в Європі, так і поза її межами, з огляду на інтернаціоналізацію вищої освіти, потребують відповідної реакції. Формування системи забезпечення якості, заснованої на єдиних стандартах і рекомендаціях, свідчить про виникнення справжнього європейського виміру у сфері забезпечення якості, що має посилити привабливість Європейського простору вищої освіти. При цьому проблема якості освітнього процесу характеризується з позицій загальнолюдської і соціальної цінності освіти. Саме ці чинники актуалізують проблему підвищення якості підготовки фахівців у системі вищої професійної освіти.

На сучасному етапі провідним напрямом реформування вищої освіти в Україні є посилення акцентів на підвищення вимог до рівня теоретичних знань, практичних умінь і навичок, що висувуються майбутньому спеціалісту в умовах євроінтеграційних освітніх процесів України. Підготовка кваліфікованих фахівців нового покоління – це стратегічний напрям розвитку сфери вищої професійної освіти, який передбачає створення в навчальних закладах системи управління практичною підготовкою, що задовольнятиме запити споживачів освітніх послуг. Вхідження нашої країни в освітній простір європейської спільноти передбачає подальшу модернізацію освітньої діяльності відповідно до вимог, які знайшли своє відображення у Болонській декларації, та вдосконалення системи ступеневої вищої освіти.

Зважаючи на вищезазначене, перед науково-педагогічними працівниками вищих профільних навчальних закладів стоїть завдання щодо удосконалення організації навчально-виховного процесу, що визначається специфікою професійної підготовки майбутніх фахівців з пожежної безпеки. Головним завданням усіх структурних підрозділів вищого навчального закладу є забезпечення високої якості підготовки випускників на основі покращення контингенту курсантів, якісного складу викладацьких кадрів, впровадження нових методів і технологій навчання, посилення фундаментальної та практичної підготовки, глибокої інтеграції навчального, наукового та інноваційного процесів, що відповідають стандартам системи забезпечення якості освіти.

Питання забезпечення якості освіти набуває особливої уваги та актуальності в сучасному світі і стає предметом для аналізу як науковців, так і управлінців-практиків.

Відповідно до п. 23 ст. 1 Закону України «Про вищу освіту», якість вищої освіти визначається як рівень здобутих особою знань, умінь, навичок, інших компетентностей, що відображає її компетентність відповідно до стандартів вищої освіти. П. 24 тієї ж правової норми визначає якість освітньої діяльності, як рівень організації освітнього процесу у вищому навчальному закладі, що відповідає стандартам вищої освіти, забезпечує здобуття особами якісної вищої освіти та сприяє створенню нових знань [1].

У своєму дослідженні П. Канівець розглядає якість фахівця як об'єктивно існуючу сукупність властивостей і характеристик (знання, уміння, навички, особистісні якості, здібності, комунікативні та інші якості), яка визначає його як фахівця певної професії та спеціальності і відрізняє його від інших спеціалістів. Якість підготовки фахівця, на думку дослідника, це сукупність суттєвих властивостей та характеристик фахівця, рівень яких формується в процесі здійснення освітньої діяльності і повинен відповідати вимогам споживачів [2]. Під якість підготовки майбутнього фахівця з пожежної безпеки ми розуміємо сукупність властивостей, якостей, здібностей та здатностей, характеристик фахівця галузі цивільного захисту, рівень яких формується в процесі здійснення ним навчальної діяльності у вищому навчальному закладі цивільного захисту і повинен відповідати вимогам споживачів (суспільства, ринку праці, роботодавців, самої особистості).

Відповідно до ст. 16 Закону України «Про вищу освіту», система забезпечення якості вищої освіти в Україні складається із:

- 1) системи забезпечення вищими навчальними закладами якості освітньої діяльності та якості вищої освіти (система внутрішнього забезпечення якості);
- 2) системи зовнішнього забезпечення якості освітньої діяльності вищих навчальних закладів та якості вищої освіти;
- 3) системи забезпечення якості діяльності Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти і незалежних установ оцінювання та забезпечення якості вищої освіти [1].

Мінімальний перелік показників, які має відстежувати система забезпечення якості підготовки майбутніх фахівців з пожежної безпеки, і пороговий рівень вимог до діяльності навчального закладу де здійснюється цей процес, визначаються зовнішніми процедурами гарантування якості:

- процедурами ліцензування та акредитації, визначеними МОН України щодо ВНЗ ЦЗ;
- процедурами акредитації та оціночними критеріями Європейської Асоціації із забезпечення якості вищої освіти, Європейської Асоціації Університетів, Європейської Асоціації вищих навчальних закладів до переліку яких належать ВНЗ ЦЗ;

– загальноновизначених рейтингів тощо.

Водночас, усі ці процедури «управління якістю» є необхідною, але недостатньою складовою забезпечення якості освіти, оскільки неспроможні гарантувати зростання якості освіти у ВНЗ цивільного захисту, зокрема щодо якості підготовки майбутніх фахівців пожежної безпеки.

Важливим кроком є створення вищим навчальним закладом власної системи, яка б дала можливість оцінити якість підготовки випускників. Для цього необхідно використати комплекс показників, завдяки яким можна об'єктивно оцінити майбутнього фахівця, його здатність виконувати майбутню професійну діяльність.

На нашу думку, побудова моделі професійної діяльності фахівця, а також моделі освітньої та професійної підготовки створюють можливість вибрати певну сукупність показників, які нададуть інформацію про рівень підготовки і готовності фахівця до професійної діяльності. Так, для оцінювання якості підготовки фахівця у ВНЗ пропонується використовувати комплексний показник, що передбачає індивідуальні показники, що й характеризують ці властивості.

Праця фахівця будь-якої спеціальності спрямована на певний об'єкт (предмет) діяльності й полягає у виконанні визначених функцій. Вона пов'язана з конкретною системою діяльності та реалізується за допомогою відповідної системи засобів цієї діяльності. Тобто праця фахівця пов'язана з конкретною технологією або є елементом цієї технології.

А. Суслів пропонує вісім індивідуальних показників якості фахівця: рівень професійних знань; рівень практичного застосування професійних знань; рівень творчих навичок (участь у науково-дослідницькій роботі, доповіді, статті, використання результатів науково-дослідницької роботи у курсових, дипломних роботах); рівень загальнопрофесійних знань (середня оцінка з загальнопрофесійних дисциплін); рівень загальних математичних і природничо-наукових, загальних гуманітарних й соціально-економічних знань (середня оцінка з загальних математичних і природничо-наукових, загальних гуманітарних і соціально-економічних дисциплін); рівень виконавської дисципліни (своєчасне виконання курсових, дипломних проектів, своєчасне отримання заліків оцінює куратор академічної групи); рівень загальної активності і підприємництва (участь в суспільній праці і праці з сумісництвом оцінює куратор групи); рівень культурного, етичного і морального виховання оцінює куратор групи [3, с. 59-60].

Стратегія культури якості може реалізовуватись лише за умови залучення і активної участі усіх працівників інституту/факультету підготовки майбутніх фахівців пожежної безпеки (адміністрація, керівники структурних підрозділів, науково-педагогічні і наукові працівники, навчально-допоміжний, адміністративно-господарський персонал) та курсантів. При цьому, з одного боку, повноваженнями щодо розробки власних цілей, ініціатив і дослідження якості мають бути наділені усі учасники процесу, а з іншого – необхідно мати впевненість, що всі партнери намагатимуться розвивати культуру якості: адже в кінцевому підсумку повну відповідальність за розподіл повноважень і результати діяльності щодо якості підготовки майбутніх фахівців пожежної безпеки несе керівництво інституту/факультету.

Таким чином для забезпечення дієвості системи організаційно-педагогічних заходів із забезпечення якості підготовки майбутніх фахівців пожежної безпеки необхідно розробити Програму організаційно-педагогічних заходів із забезпечення якості професійної підготовки майбутніх фахівців з пожежної безпеки в у ВНЗ ЦЗ України. Внутрішньоінститутська програма забезпечення якості підготовки майбутніх фахівців пожежної безпеки, крім моніторингу багатьох кількісних показників, повинна бути спрямована на підтримку системи цінностей, традицій, норм (як загальноінститутського рівня, так і субрівнів академічних підрозділів – факультетів та кафедр), які, власне, й визначають ефективність функціонування ВНЗ ЦЗ.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про вищу освіту» 01.07.2014 № 1556-VII.  
<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>
2. Канивец П. И. Модели и методы оценки качества подготовки и повышения конкурентоспособности специалистов: дис. канд. економ. наук / П.И. Канивец. – Новочеркасск, 2004. – 230 с.
3. Суслів А. Г. Система оценки качества подготовки специалиста / А. Г. Суслів // Качество. Инновации. Образование. – 2005. – № 3. – С. 58–61.

*В. В. Пыханов, филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации» Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*

#### **ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПАСАТЕЛЕЙ К ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В КОММУНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Чрезвычайные ситуации, связанные с падением людей в водопроводные, канализационные, теплофикационные, телефонные смотровые колодцы и другие подземные сооружения происходят регулярно как при выполнении работ по эксплуатации и техническому обслуживанию водопроводно-канализационных коммуникаций, так и в процессе повседневной жизнедеятельности. Поэтому всем спасателям необходимо

владеть приёмами проведения аварийно-спасательных работ в ограниченном пространстве. Актуальность проблемы заключается ещё и в том, что в настоящее время отсутствует единая и универсальная технология спасения из колодцев и ёмкостей.

Подъем пострадавшего из резервуара необходимо выполнять двум и более спасателям, так как эти работы связаны с определёнными трудностями: стеснённостью в движениях и сложностью в обеспечении безопасности; необходимостью постоянного присутствия ответственного, который должен контролировать проведение работ, находясь на поверхности; применением СИЗ и специального оборудования для дыхания; отсутствием естественного освещения; необходимостью быстрой эвакуации пострадавшего при чрезвычайной ситуации; организацией быстрых, гибких и исключительно надежных систем спуска и подъёма, не требующих дополнительных физических затрат членов бригады.

Один из спасателей должен надеть индивидуальную страховочную систему, при необходимости изолирующий противогаз, взять с собой дополнительную маску для пострадавшего, спуститься в колодец с помощью второго спасателя и надеть на пострадавшего маску. Затем возникает один из наиболее сложных вопросов, особенно если пострадавший без сознания: как крепить его к веревке? Оптимальным вариантом было бы надеть на него индивидуальную страховочную систему с наспинным креплением. В этом случае тело располагается почти вертикально и не требуется производить подъём с сопровождением. Неплохо показало себя и применение спасательной косынки.

При отсутствии штатных средств спасения очень удобна и надежна двойная спасательная петля. Но при этом необходимо учитывать, что подъем получается в сидячем положении, что не всегда возможно в узком колодце. В крайних, не терпящих отлагательства случаях, используется булинь с вязкой петлей подмышками. При этом руки необходимо привязать к телу репшнуром.

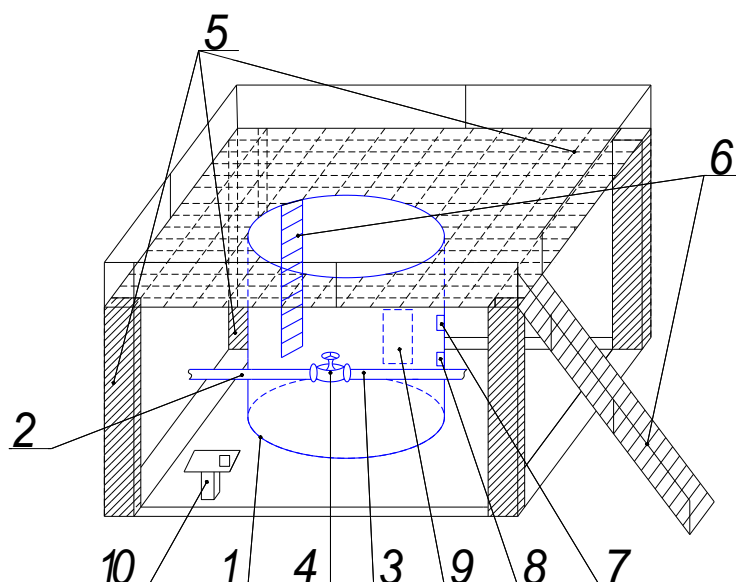
В очень узких местах, когда пострадавший расположен неудобно и нет возможности его сопроводить, допустима эвакуация пострадавшего с обвязкой за щиколотки. При этом необходимо следить, чтобы верхняя одежда не завернулась и не заклинила проход. Обвязка и эвакуация за кисти рук не рекомендуется, так как в бессознательном состоянии при этом возможны вывихи и разрывы связок.

Спасатели, оставшиеся наверху, контролируют действия спасателя, находящегося в колодце, выполняют его команды, при этом одновременно подготавливают снаряжение для дальнейшей работы, просматривают наиболее опасные участки, продумывают оптимальный путь и способ транспортировки.

Технические приёмы, которыми будут пользоваться работники при выполнении подъёма, определяются наличием имеющегося снаряжения. Очевидно, что подъём руками требует больших затрат времени и физических усилий спасателей. В данной ситуации целесообразно использовать полиспаст в комплекте со специальным оборудованием - треногой. Её применение значительно сократит время спасательной операции и облегчит работу. Поэтому владение навыком устройства системы подъёма должно быть обязательным для всех работников, участвующих в проведении спасательных работ в ограниченном пространстве.

В филиале ИППК Университета гражданской защиты МЧС Беларуси реализуется проект тренажера для подготовки спасателей к ликвидации аварий в коммунальных системах жизнеобеспечения (патент на полезную модель национального центра интеллектуальной собственности №8887 от 30.12.2012), который представляет собой корпус колодца (1), входной коллектор (2), выходной коллектор (3), задвижку (4), опорную конструкцию (5), лестницы (6), камеры слежения (7), дымогенератор (8), аварийный выход (9), рабочее место инструктора (10).

Учебно-тренировочный комплекс ликвидации аварий в коммунальных системах жизнеобеспечения (рис. 1) работает следующим образом: перед началом тренировки инструктор размещает манекены пострадавших в колодце (1), открывает задвижку (4) связывающую входной (2) и выходной (3) коллекторы, при помощи дымогенератора (8) осуществляет задымление корпуса колодца (1). Обучаемые поднимаются по лестнице (6) на опорную конструкцию (5), организуют работу по поиску и спасению пострадавших, закрывают задвижку (4). Инструктор, находясь на рабочем месте (10), контролирует все действия спасателей посредством визуального наблюдения и инфракрасных камер слежения (7) и при необходимости через аварийный выход (9) обеспечивает безопасную эвакуацию обучаемых.



**Рис.1 Учебно-тренировочный комплекс ликвидации аварий в коммунальных системах жизнеобеспечения**

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов, В.С. Учебное пособие по освоению навыков выполнения высотно-верхолазных работ в беспорном пространстве с применением специальной оснастки и страховочных средств/В.С. Кузнецов.– Симферополь : Таврия, 2005. – 384 с.
2. Справочник спасателя : в 12 кн. – М. : ВНИИГОЧС, 2002. – Кн. 12 : Высотные аварийно-спасательные работы на гражданских и промышленных объектах. – 160 с.

*Н. П. Сергієнко, к. психол. н., доцент,  
Національний університет цивільного захисту України*

#### ВПЛИВ СТРЕСОГЕННИХ ФАКТОРІВ НА УСПІШНІСТЬ НАВЧАННЯ КУРСАНТІВ НУЦЗУ

**Виклад основного матеріалу.** Різним аспектам стресу в студентському житті присвячена велика кількість досліджень. При цьому наголошуються типові для студентів стресори: тривога і страх перед сесією, невдачі в навчанні, великий об'єм учбового навантаження, неможливість сприйняти деяких аспектів навчання, дефіцит часу, усне опитування і ін. Дослідження стресогенних факторів в учбовій діяльності курсантів актуально у зв'язку з періодично дуже сильними, інколи досить тривалими діями екстремальних умов, що викликають у них негативні емоції (Бодров В.А., Гаджіїв В.О., Зимня А.О.) [4]. На відміну від стресогенних факторів в праці, стресогенні фактори в навчанні в трактуванні Ельконіна Д.Б. та Давидова В.В. посилюються на те, що учбова діяльність організується спеціально так, щоб студенти не лише засвоювали професійні знання і навички, але відповідно вибраній професії змінювали самих себе [1;7].

У досить монотонну діяльність протягом семестру (сприйняття і переробка великих об'ємів інформації в тривало не змінних умовах) уриваються «планові» стресогенні ситуації — контрольні роботи, заліки, іспити, підготовка до яких завжди відбувається в умовах дефіциту часу і суб'єктивно високої значимості помилки. Неправильна організація роботи протягом дня і накопичення втоми за семестр і навчальний рік приводять до формування гострого хронічного стомлення. Емоційна реакція на стрес виявляється в тривожності і істотним чином впливає на поведінку студентів та курсантів, надаючи або активізуючи, або дезорганізуючи дії. Суб'єктивний цей стан може описуватися відчуттями напруги, занепокоєння, похмурих передчуттів, а фізіологічно – активацією автономної нервової системи [2;5].

Особливу увагу психологи приділяють поведінковим реакціям особистості в процесі адаптації до стресів, які називаються копінг -стратегіями.

Успішність навчальної діяльності курсантів, забезпечується за рахунок активності особистості та її оптимального психологічного стану. С точки зору Н.М. Пейсахова, учбова діяльність розглядається як складна динамічна система, визначена рівнем відносин, поведінки, пізнавальної діяльності, психологічних станів й фізіологічного забезпечення (функціональних станів). Всі ці рівні взаємопов'язані та взаємообумовлені. Тому вплив стресогенних факторів можуть викликати порушення, та збій хоча б в одній ланці учбової діяльності в подальшому призводять до порушення та зниження ефективності роботи всієї системи в цілому [3].



Учбова діяльність, як і люба інша діяльність людини, характеризується насамперед суб'єктністю, активністю, предметністю, цілеспрямованістю і усвідомленістю.

Успішність курсантів визначається не лише станом організації навчального процесу у вищій школі, а й психологічними закономірностями навчально-професійної діяльності, рівнем сформованості в курсантів учбових дій і операцій. Неврахування усього цього може бути однією з численних причин неуспішності.

Важливим фактором успішності курсанта є індивідуальний стиль його навчально-професійної діяльності, що виявляється в стійких способах її здійснення відповідно до індивідуально-психологічних особливостей (темپ роботи, період реагування, швидкість запам'ятовування та ін.) і наявних навчальних умінь і навичок. Одночасно важливо надавати курсантам право вибору форми навчальної роботи, способу контролю і періоду звітності за її результати, залучати їх до визначення часткових цілей і змісту навчання, окреслювати обсяг навчальних завдань [6].

Дослідження по даній проблемі проводилось на базі Національного університету цивільного захисту України. В дослідженні приймали участь 30 осіб 4 – го курсу факультету пожежної безпеки НУЦЗУ.

Провівши методику самопочуття, активність, настроїв «САН» ми отримали результати, які свідчать про те, що показники самопочуття, активності, настрою у респондентів до та під час впливу стрессогенних факторів (сесія курсантів) розподілились наступним чином :

По шкалі Самопочуття середні значення в дослідженні до сесії дорівнюють 4,8, а під час сесії 4,7. Це свідчить про те, що стрессогенні фактори впливають на самопочуття під час сесії та проявляються в відчутті дискомфорту, стомленості, зниженню працездатності, погіршенню настрою та активності.

Шкала Активності в дослідженні до сесії складає середнє значенням 4,5, а у дослідженні під час сесії 4,4. Тобто ми можемо стверджувати, що активність погіршилась під час впливу стрессогенних факторів та може впливати на продуктивність й якість діяльності в період сесії.

В дослідженні Настрою до сесії показник середнього значення складає 4,9 та під час сесії показник 4,8. Ми бачимо, що шкала Настрою по середнім показникам знизилася у дослідженні під час сесії. Це пояснюється тим, що негативні фактори впливають на погіршення настрою. Настрій, що сформувався, у свою чергу, здатний впливати на безпосередні емоційні реакції з приводу подій, що відбуваються, міняючи відповідно напрям думок, сприйняття і поведінку людини.

Таким чином, можна зробити висновок, що у курсантів під час сесії самопочуття, активність, настроїв погіршується, що дає нам можливість стверджувати, що стрессогенні фактори які є під час сесії викликають погіршення самопочуття, зниження активності, пригніченості настрою та підвищення стомлюваності, зниженню працездатності в навчанні впливаючи на успішності складання іспитів.

Провівши методику «Шкала психологічного стресу RSM – 25» та аналізуючи результати дослідження, ми прийшли до висновку, що у всіх курсантів, відсутній високий рівень стресу, це свідчить про відсутність стану дезадаптації та психологічного дискомфорту, але на середньому та низькому рівні стресу все ж таки спостерігається вплив стресових факторів на курсантів під час сесії.

Таким чином ми прийшли до висновків. У сучасному житті стреси відіграють дуже значну роль. Вони впливають на поведінку людини, її працездатність, здоров'я, взаємовідносини з оточуючими і у родині. Довгі фізичні та психологічні навантаження призводять до порушення функціонування окремих органів та до серйозних хвороб. Стрес присутній у житті кожної людини, адже наявність стресових імпульсів в усіх сферах людського життя та діяльності безперечна.

Емоційна реакція на стрес виявляється в тривожності і істотним чином впливає на поведінку курсантів, надаючи або активізуючи, або дезорганізуючи дії. Ці дії в свою чергу впливають на навчальну успішність яка відображає результативний бік навчання, виражений у кількісних показниках (балах), а успішність навчання – більшою мірою його процесуальний, якісний бік.

Аналізуючи результати дослідження впливу стресу на навчання, ми прийшли до висновку, що у групі курсантів, відсутній високий рівень стресу, це свідчить про відсутність стану дезадаптації та психологічного дискомфорту, але на середньому та низькому рівні стресу все ж таки спостерігається вплив стресових факторів на курсантів під час сесії.

Також результати нашого дослідження вказують на те, що саме під час сесії у наших досліджуваних самопочуття, активність, настроїв погіршується, що дає нам можливість стверджувати, що стрессогенні фактори які є під час сесії викликають погіршення самопочуття, зниження активності, пригніченості настрою та підвищення стомлюваності, зниженню працездатності в навчанні впливаючи на успішність складання іспитів.

Отже, отримані результати дозволяють зробити висновок, що стрессогенні фактори під час сесії негативно позначились на самопочутті, активності, настою.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Блинов В.М. Эффективность обучения / В. М. Блинов. – М.: Педагогика, 1996. – 192с.
2. Куликов Л. В. Личностный фактор в преодолении стресса / Л. В. Куликов. // Актуальные проблемы психологической теории и практики / [Под ред. А. А. Крылова]. – СПб.: Питер, 1995. – С. 92 – 99.

3. Пейсахов Н. М. Теория, методика и практика психофизиологического исследования в высшей школе / Н. М. Пейсахов. – Казань: Изд-во «Казанского университета», 1977. – 295с.
4. Селье Г. Стресс без дистресса / [Общ. ред. Е. М. Крепса]. – М.: Прогресс, 1982. – 124 с.
5. Сергієнко Н.П. Міжособистісні відносини та їх роль в учбовій діяльності студентів та курсантів НУЦЗУ / Сергієнко Н.П. // .Проблеми екстремальної та кризової психології. Зб. наук. праць. - Харків: НУЦЗУ, 2014 - Вип.16- 208-215с. - nucz. edu. ua
6. Щербатых Ю. В. Вегетативные проявления экзаменационного стресса // Прикладные информационные аспекты медицины / Ю. В. Щербатых. – Воронеж, 1999, Т.2 –№1. – С. 59-62.
7. Якунин В. А. Психология учебной деятельности студентов / В. А. Якунин. – М.: Знание, 1994. – 106с.

*Д. Л. Симинский, В. М. Тихонович*

*Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации» Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*

## **БЕЗОПАСНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СПАСАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ ОБУЧЕНИИ СПАСАТЕЛЯ**

Спасатели должны хорошо знать технические характеристики и параметры безопасного применения того снаряжения, которым они пользуются. При выборе технических устройств особое внимание надо обращать на их рабочие функции, которые приведены в сертификате изделия. В нем приведены гарантийные обязательства изготовителя, описывается назначение, принцип работы, прочностные нормы устройства. Во всем мире, где существуют профессиональные и полупрофессиональные – волонтерские спасательные подразделения (вроде наших общественных спасотрядов в альплагерях и в регионах), разработаны жесткие стандарты безопасности при производстве спасательных работ. Там проводится очень четкая грань между профессиональными спасательными работами и спасательными работами с применением подручных средств. Профессионалы, и организованные группы спасателей-волонтеров работают только штатным спасательным снаряжением, специально предназначенным для этих целей. Снаряжение, выпускаемое для спортивного альпинизма и скалолазания, тестируется для выдерживания нагрузок при срыве стандартного груза массой 0.8KN (80кг) при страховке с использованием динамической веревки. Все спасательные системы должны строиться с учетом фактора безопасности 10:1. Это значит, что каждый компонент спасательной системы (карабин, блок, спусковое устройство и т.п.) должен выдерживать нагрузку как минимум в 10 раз больше чем стандартный спасательный груз. Соответственно, любой штатный компонент должен выдерживать нагрузку не менее 20KN (или 2000кг). За стандартный спасательный груз принята масса в 2KN (200кг. вес спасателя и пострадавшего + снаряжение). Подавляющее большинство альпинистского снаряжения не выдерживает нагрузок соответствующих спасательным стандартам. Поэтому большая часть альпинистского снаряжения, включая динамические веревки и страховочные устройства, непригодно для штатного применения в спасательных работах и может быть отнесено только к подручным средствам. Для организации подъема и спуска спасателей и пострадавших, наведения переправ и т.д. в качестве грузовых и страховочных должны использоваться только статические веревки. Международных стандартов не существует, поэтому при работе спасателя подручными средствами необходимо знать, чего бояться и в чем заключается риск. Поэтому необходимо стремиться к тому, чтобы, исходя из возможностей имеющегося снаряжения, любые спасательные системы были организованы максимально безопасно.

На сегодняшний день лучшим средством для самостраховки является подвижной страховочный зажим ASAP, но он не исключает грамотное использование других страховочных подручных средств, таких как Rescucender фирмы Petzl, шант. Даже использование схватывающего узла Прусика на самостраховке - это отнюдь не старое забытое, изжившее себя средство, как могут полагать те, кто окончательно «списал» схватывающий узел из употребления. За этим стоят многочисленные испытания в спасательных лабораториях в различных странах и огромная практика их практического применения в спасательных подразделениях различных стран. Схватывающий узел также выполняет исключительно важную функцию в полиспасте: он защищает от перегрузок всю систему в целом. Использование самоблокирующихся спусковых (тормозных) средств, в настоящее время – лучший вариант для спасателя, таких, как Десантер или STOP, GRIGRI, I'D. I'D обладает функцией «антипаник», что дает возможность достичь еще большего уровня безопасности (мгновенная остановка при слишком сильном нажатии на управляющую рукоятку), но и эти спусковые не отменяют применения таких как «Восьмерка», Rigana, решетка или лесенка, шайба Штихта и др. - наиболее дешевые и доступные спусковые устройства. Следует только учитывать, что не все из этих спусковых можно использовать на длинных спусках или при закрепленных промежуточных станциях, они крутят (за исключением решетки) веревку и больше изнашивают, чем самоблокирующие устройства. Все эти средства рассчитаны на вес одного человека и это необходимо помнить. Фирма Petzl предлагает для активного спуска при спасении пострадавшего использовать I'D, рассчитанное на двойной стандартный вес. Фирма

производитель это тоже грамотный выбор, на сегодняшний день – Petzl - это качество и безопасность работы. Проведение оценки риска спасательных работ неотъемлемая часть безопасной работы на высоте.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кашевник Б.Л. Проблемы спасения людей при чрезвычайных ситуациях в многоэтажных зданиях.// Пожаровзрывобезопасность. – 2003, №2.— С. 34 – 38.
2. Кузнецов В.С. Освоение навыков выполнения высотно-верхолазных работ в безопасном пространстве с применением специальной оснастки и страховочных средств. Симферополь, Таврия, 2005. – 121 с.

*Д. Л. Симинский, В. М. Тихонович,  
Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации» Университета гражданской защиты  
МЧС Республики Беларусь*

#### О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ АВИАПЕРСОНАЛА К ПРОВЕДЕНИЮ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ВОЗДУШНЫХ СУДАХ

Обеспечение безопасности полетов является одной из приоритетных задач и необходимым условием деятельности гражданской авиации. Анализ статистических данных по безопасности полетов за последнее десятилетие показывает, что абсолютное количество авиационных происшествий значительно не снижается. При этом наблюдается увеличение относительного количества погибших и травмированных. По данным Международной организации гражданской авиации (ИКАО) за год в мире происходит 20 -30 катастроф пассажирских воздушных судов, в которых погибает 400 - 1300 пассажиров [1].

Авиационная транспортная система, является источником повышенной опасности. Ключевая роль в обеспечении безопасной жизнедеятельности участников полета отводится экипажу воздушного судна, как главному звену в цепочке «самолет - пилот-среда». Но события последних лет показывают, что члены летного и cabinного экипажа воздушного судна часто сами оказываются в роли пострадавших и не способны выполнять предписанные действия по спасанию людей.

Анализ показателей выживаемости и спасания людей в авиационных происшествиях дает основание сделать вывод, что количество пострадавших и тяжесть травмирования в большинстве случаев можно было уменьшить путем повышения эффективности поискового и аварийно-спасательного обеспечения полетов. Установлено, что около 75% авиационных происшествий происходит на этапах взлета, посадки, и захода на посадку, т.е. на территории и в районе аэродрома [1].

В связи с этим вопросы эффективной подготовки авиаперсонала к проведению аварийно-спасательных работ приобретают исключительно важное значение в деле снижения тяжести последствий авиационного происшествия. Эффективная система профессиональной подготовки авиаперсонала к таким действиям, в свою очередь, должна объективно учитывать факторы ожидаемых условий аварийной ситуации, объективно оценивать уровень подготовленности персонала, оснащение спасательных команд, местные условия и особенности каждого авиапредприятия. В связи с развитием инфраструктуры, технических средств возникает необходимость актуализации существующих программ и методик подготовки персонала штатных и нештатных аварийно-спасательных формирований гражданской авиации. Также некоторые действующие нормативы датируются годами прошлого века. Поэтому система подготовки авиаперсонала не в полной мере соответствует потребностям авиапредприятий и современным требованиям ИКАО.



*Рисунок 1. Тренажер ликвидации аварий на воздушных судах*

На основании вышесказанного, на базе филиала «Институт переподготовки и повышения квалификации» Университета гражданской защиты МЧС Республики Беларусь системно ведется работа по разработке и совершенствованию программы подготовки авиаперсонала, а также по развитию материально-

технической базы для практической подготовки. С учетом мировых требований к подготовке авиационного персонала совместно с национальной авиакомпанией «БЕЛАВИА» была создана учебная программа обучающего курса «Аварийно-спасательная подготовка и оказание помощи пассажирам при возникновении на борту авиационного события», в которой рассматриваются вопросы отработки навыков применения аварийно-спасательного оборудования и действий в различных типах аварийных ситуациях. Задачи учебной программы научить авиационный персонал использовать все типы дверей и аварийных выходов, использовать все средства пожаротушения и средства защиты, имеющихся на самолете проводить аварийную эвакуацию пассажиров и членов экипажа при аварийной посадке воздушного судна на сушу, организовывать эвакуацию пассажиров при аварийной посадке воздушного судна на воду, а также уметь использовать спасательные плавательные средства.

Особый упор уделяется практической подготовке авиационного персонала. В связи с этим разработан и создан тренажер ликвидации аварий на воздушных судах [2].

Тренажер ликвидации аварий на воздушных судах представляет собой фюзеляж с входами, внутри которого расположены сиденья, система моделирования пожарной обстановки, фюзеляж с входами расположен на шасси, внутри фюзеляжа расположены перегородки, изготовленные с возможностью вертикального и горизонтального перемещения, под элементами фюзеляжа расположены противни. Общий вид представлен на рисунке 1.

Тренажер ликвидации аварий на воздушных судах работает следующим образом. Перед началом тренировки инструктор определяет зоны возможного возникновения пожара внутри и снаружи фюзеляжа, закладывая манекены пострадавших в межрядном пространстве сидений. При помощи системы моделирования пожарной обстановки выполняется задымление отсеков самолета дымобразующей смесью и производится розжиг горючих жидкостей, находящихся в прогневках. Обучаемые, используя индивидуальные средства защиты, аварийно-спасательный инструмент и оборудование для пожаротушения, выполняют поиск и локализацию возгорания. После локализации пожара выполняются поиск манекенов и их эвакуация из тренажера. В процессе тренировки инструктор посредством бортового модуля интегрированной системы объективного контроля (на фигурах не указана) контролирует все действия обучаемых. В целях безопасности на занятиях обязательно наличие средств связи и резервного звена ГДЗС.

Применение данного тренажера позволяет формировать стрессоустойчивость при ликвидации ЧС на борту воздушного судна, при этом на тренажере проводится работа с реальным огнем (в условиях очага) что позволяет максимально приблизить тренировку к реальным условиям ЧС.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Фишман, Р. Человеческий фактор / Р. Фишман // Популярная механика. – 2016. - № 7. – С. 64-67.
2. Тренажер ликвидации аварий на воздушных судах: пат 9189 Респ. Беларусь: МПК G09B 9/08 /А.В. Маковчик, Д.Л. Симинский и др. заявитель ИППК МЧС - № u 20120841; заяв. 27.09.2012; опубл. 30.04.2013// Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 2. – С. 207-208.

*В. О. Собина, к. т. н., доцент, начальник кафедры, Л. В. Борисова, к. ю. н., доцент, НУЦЗУ*

#### ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА ПІДРОЗДІЛУ ДСНС УКРАЇНИ

Відповідно до Стратегії національної безпеки, затвердженій Указом Президента України від 26.05.2015 № 287/2015 загрози інформаційній безпеці розглядаються в органічному зв'язку з питаннями захисту об'єктів критичної інфраструктури, до якої відносять інформаційні системи та комп'ютерні мережі. Кожний конкретний об'єкт є індивідуальним набором параметрів та інформаційних додаткових даних. Кожний параметр в інформаційній базі має: своє критичне значення, вище якого він переходить в передаварійну область; свій поріг аварійності. Слід зазначити, що всі параметри інформаційної бази взаємозалежні, впливаючи один на одного тою чи іншою мірою. Найбільш уразливим об'єктами забезпечення інформаційної безпеки є системи збору і обробки інформації про можливе виникнення надзвичайних ситуацій і прийняття рішень щодо оперативних дій, пов'язаних із розвитком таких ситуацій і ходом ліквідації їх наслідків. На кожному з етапів процесу побудови стратегії інформаційного забезпечення безпеки необхідно отримати числовий показник ризику або чіткості захисту. Повний ризик для всього об'єкта буде рівним сумі частих ризиків для груп елементів кожного типу, які складають досліджуваний об'єкт. Відправною точкою в процесі забезпечення безпеки є аналіз потреб і проблем, які виникли або можуть виникнути із плином часу. Головне при цьому – гарантувати повноцінний обіг інформації (рис.1.).

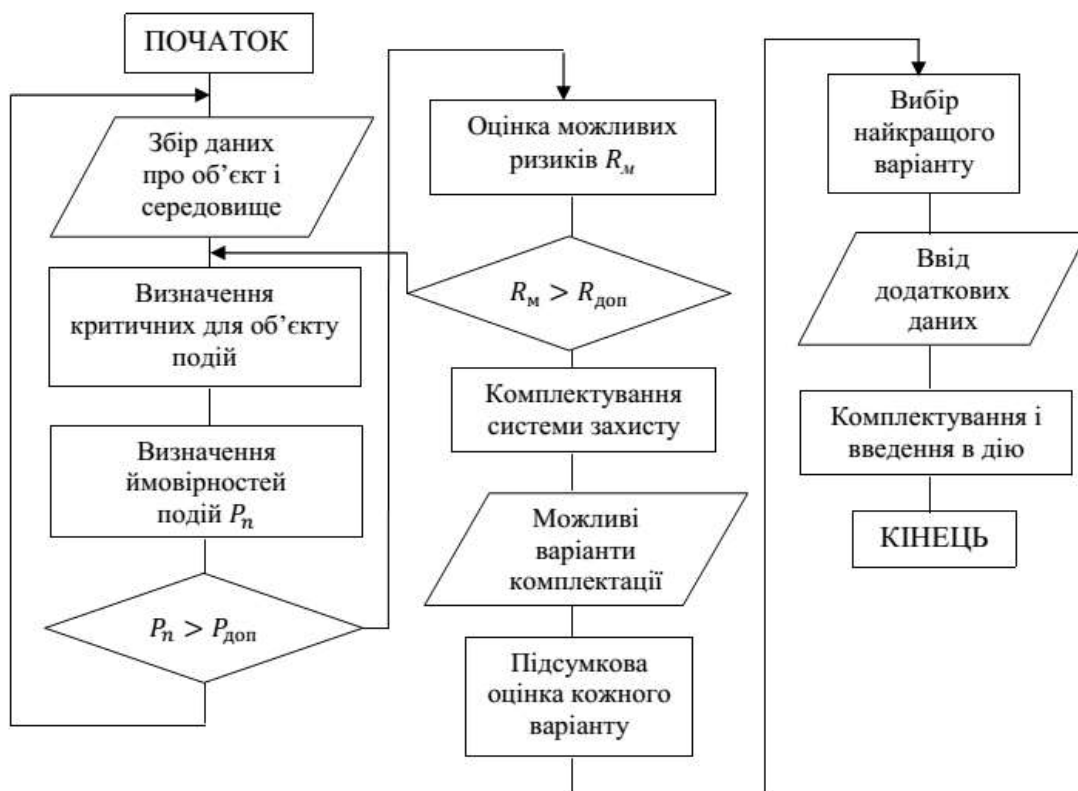


Рис. 1. Алгоритм обігу інформації

Розглянемо варіант функції безпеки/ризик, що ґрунтується на застосуванні нормованому розподілу Ерланга. Системи безпеки реагують на можливу загрозу тільки в тому випадку, коли ймовірність виникнення небезпечної події  $i$ -го виду (наприклад, в певні пори доби) перевищує гранично допустимий рівень, тобто інтенсивність потоку подій зростає. Тоді часткова функція безпеки для загроз  $i$ -го виду дорівнює

$$S_i(t) = k\lambda_i \frac{(k\lambda_i t)^{k-1}}{(k-1)!} e^{-k\lambda_i t}, \quad (1)$$

де  $k$  – для наближених обчислень можна за порядок потоку приймати кількість потоків ймовірністю вище допустимої (наприклад, 2 потоки ( $k=2$ ), 5 потоків ( $k=5$ ) і т.д.

Вид функції безпеки нормального розподілу

$$S_i = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-M}{\sigma}\right)^2\right\}, \quad (2)$$

де  $\sigma = \sqrt{D}$ ,  $M = \tau$ , де  $D$  і  $M$  – дисперсія і математичне очікування розподілу відповідно.

Наступним кроком формалізації може бути застосування теорії систем масового обслуговування різних видів.

1. Проаналізуємо систему  $S$ , яка підлягає захисту. До розгляду беруться формалізовані об'єкти опису: клас захисних послуг, які, виходячи із результату попереднього етапу, необхідно надати системі  $S$  для забезпечення її безпеки; значення потреби системи  $S$  в  $m$ -му види ресурсу, що обчислюється, для її нормального функціонування; величина обсягу потреби  $m$ -го виду обчислювального ресурсу, який виділяється системі  $S$  з урахуванням організації її підсистеми захисту.

2. Комплекс модульних засобів, з яких комплектуються підсистеми забезпечення безпеки інформації програмно-апаратних систем класу  $S$ . Аналізуються наступні об'єкти формалізованого опису цього комплексу: програмні модулі різних служб захисту і функціональних процесів у вигляді множини  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n, \dots, a_N\}$ , в якій кожний модуль  $a_n$  служби захисту реалізує деякі підмножини послуг; обчислювальні ресурси, необхідні для забезпечення нормального функціонування кожного модуля  $a_n$ ,  $n = (\overline{1, N})$ , який буде введений до складу підсистем захисту як матриця значень  $V = \|V_{nm}\|$ ,  $n = \overline{1, N}$ ,

$m = \overline{1, M}$ , де змінна  $n$  визначає модуль  $a_n$ , а змінна  $m$  – вид обчислювального ресурсу. Для вирішення поставленого завдання формуємо первинну матрицю інцидентності  $Q = \|q_{nk}\|$ , в якій кожному рядку взаємно однозначно відповідає модуль  $a_n$ ,  $n = \overline{1, N}$  захисту із множини  $A$ , а кожному стовпцю вид послуги  $Z_k$ ,  $(k = \overline{1, K})$ , який є потрібним системі  $S$  для організації захисту, і

$$q_{nk} \begin{cases} 1, \text{ якщо } Z_k \in G_n, \\ 0 - \text{ в іншому випадку.} \end{cases} \quad (5)$$

По матриці інцидентності  $Q = \|q_{nk}\|$  відшукаємо всі варіанти мінімального покриття сукупностями рядків (захисних модулів) всіх стовпців (захисних послуг, які використовує система  $S$ . Стовпець  $Z_k$  ( $k = \overline{1, K}$ ), вважаємо покритим, якщо в обраній сукупності  $h_i$  рядків  $a_{ir}$  є хоч один елемент  $a_j \in h_i$  такий, що  $q_{jk} = 1$ . Мінімальність покриття інтерпретується як відсутність лишнього рядка у вибраній сукупності множини всіх видів послуг, що можуть бути надані для виконання захисних функцій в системі  $S$  у вимогах до підмножини  $h_i$ .

Кожен із елементів досліджуваної множини, який потрапляє до матриці інцидентності, отримує «вагу»  $W$  відповідно до своєї значимості в загальній системі. При цьому необхідно витримати умову:

$$\sum_{i=1}^m W_i = 1, \quad (8)$$

де  $m$  – число прийнятих до оцінювання параметрів.

Забезпечення безпеки може бути досягнуте двома способами: по-перше, вжиттям всіх практично можливих заходів, по-друге, зниженням ризиків до прийняттого рівня.

Використання запропонованого математичного апарату дозволить обґрунтовано розробити практичні заходи для досягнення потрібного рівня безпеки інформації.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Біленчук П.Д. Аналіз та прогноз стану об'єкту обчислювальної техніки/ П.Д. Біленчук., В.Б. Міщенко., Л.В. Борисова. // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: Сб. научн. Трудов. – Х.:НАКУ «ХАИ», 2002. – в. 13. – С. 127-135.
2. Брагин О.В. Аналитическое обеспечение мероприятий безопасности -2/ О.В. Брагин//Бизнес и безопасность . – 2001. - №2. – С. 5-7.
3. Солоп А.А. Формирование комплекса экономической безопасности предприятия/ А.А. Солоп // Бизнес и безопасность . – 2001. - №1. – С. 6-7.
4. Кузьмин И.П. Риск и безопасность с точки зрения системной динамики. Радиационная безопасность и защита АЭС/ И.П. Кузьмин, С.В. Романов – 1991. – Вып. 13. – С. 82-105.
5. Собина В.О. Агаліз та прогноз стану безпеки об'єкту обчислювальної техніки в умовах надзвичайних ситуацій // В.О. Собина, Л.В. Борисова, О.В. Єлізаров. Проблеми надзвичайних ситуацій: зб. наук.пр. – Вип. 21. – Х.: НУЦЗУ, 2015. – С. 89-96. – Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOf Emergencies/vol21/Sobina.pdf>
6. Шубенкин В.А. Прикладные модели теории массового обслуживания / В.А. Шубенкин., В. С. Донченко. – К.: НМК ВО, 1992. – 298с.

*О. О. Спіркіна, к. і. н.,*

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

#### НАВЧАННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ СИСТЕМИ ДСНС УКРАЇНИ ЯК ЗАСІБ МІЖКУЛЬТУРНОГО СПІЛКУВАННЯ У СФЕРІ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Іноземні мови відіграють особливу роль в процесі формування міжкультурної комунікативно-професійної компетенції. Мова використовується як засіб надання основних настанов культури та відображає національні й культурні особливості носіїв мови. Тому на заняттях з іноземної мови потрібно створювати автентичне середовище міжкультурного спілкування. Наразі головною метою навчання іноземних мов у вищих

навчальних закладах системи ДСНС України є навчання їм як засобу міжкультурного спілкування у сфері професійної діяльності.

Значимість володіння іноземними мовами у сучасному світі важко перебільшити. Відомо, що ЮНЕСКО назвала 21 століття «віком поліглотів», а це означає, що знання іноземної мови, а то й кількох, є необхідною умовою освіченості в постіндустріальному суспільстві.

Наразі, коли інтеграція світового суспільства зростає, коли Україна за крок до входження в Євроспільноту, знання іноземної мови набуває особливого значення і розглядається як засіб спілкування у майбутній професійній діяльності.

Так, у сучасному суспільстві все більшу значимість набуває компетентнісний (діяльнісний) підхід, стратегічною метою навчання іноземних мов у вищому технічному навчальному закладі стає формування «вторинної мовної особистості» спеціаліста, готового до професійної міжкультурної комунікації. А це означає, що найважливішою вимогою до рівня і якості підготовки спеціаліста будь-якого профілю є рівень його лінгвістичної підготовки.

У сучасному суспільстві з'явилися передумови для перегляду наступного підходу до навчання іноземних мов і методів, що застосовуються, та їх оновлення на основі компетентнісного (діяльнісного) підходу, який відповідає вимогам модернізації професійної освіти, соціальному замовленню суспільства та найновішим досягненням у сфері методики та суміжних із нею наук.

Багато науковців, що займаються дослідженням проблем навчання іноземних мов у вищій школі, виділяють наступні сучасні напрямки в освіті:

- більш глибоке усвідомлення освітніх рівнів як неперервного ланцюга освіти;
- комп'ютеризація і технологізація освіти, що сприяє розвитку діяльності курсантів/студентів;
- внутрішні активні методи і форми навчання, що включають у діяльність курсантів/студентів елементи наукового пошуку, самостійної роботи;
- використання активних прийомів навчання, що стимулюють і організують спілкування, творчу і самостійну діяльність курсантів/студентів;
- акцент на організацію навчання колективної, сумісної діяльності викладача і курсанта/студента, що припускає використання інтерактивних способів навчання.

Вищеперераховані напрямки свідчать про те, що діялісна направленість мовної освіти у вищій школі залишається найбільш значимою.

Запорукою успішної мовленнєвої активності курсантів/студентів є нетрадиційні форми проведення занять з англійської мови, що сприяє пристосуванню майбутніх офіцерів системи ДСНС України до культури країн, мова яких вивчається, загальному розширенню кругозору. А це, у свою чергу, допомагає розширити знання про культурну спадщину рідної країни і дозволяє їм брати активну участь у діалозі культур.

Коли курсанти/студенти усвідомлюють, що рівень практичних навичок володіння мовою зріс і що курсанти/студенти дійсно можуть виражати свої думки іноземною мовою, тобто говорять іноземною мовою – це і є мотивація для подальшого удосконалення знань іноземної мови. Це сприяє формуванню внутрішньої позитивної мотивації на професійне становлення для забезпечення активного особистісного включення курсантів/студентів у процес навчання, що є стимулом розвитку особистості в цілому. Іноземна мова у вищому навчальному закладі системи ДСНС України може не лише здійснити міжкультурну комунікативно-професійну компетенцію, але й сприяти розвитку критичного мислення.

У наш час на ринку праці затребуваною та конкурентоспроможною є особистість, що володіє критичним мисленням, здатністю піддавати сумніву сталі думки та судження, здатна вести діалог, визначати суть проблеми і знаходити альтернативні шляхи її вирішення. Ця особистість повинна уміти відрізнити факт від припущення і тому формування такої особистості є однією із основних проблем української освіти.

Система вищої освіти має за мету розвивати критичне мислення, направляти студента на оволодіння ним творчими здатностями вирішення життєво важливих проблем.

Спробувати розвивати критичне мислення у курсантів/студентів вищих навчальних закладів системи ДСНС України можна шляхом навчання іноземній мові, під час якого можна успішно формувати високий інтелект, творчий підхід, відповідальність. Перегляд цілей, змісту та технологій навчання іноземних мов у вищих навчальних закладах системи ДСНС України дозволить також вирішити питання збільшення мотивації їхнього навчання.

Увагу заслуговує варіативність змісту даної навчальної дисципліни.

На заняттях з іноземної мови як базовому предмету, так і спеціальному курсу вважається можливим обговорювати питання необхідності та значимості відпрацювання критичного мислення особистості. Викладач пропонує курсантам/студентам обговорювати гострі злободенні проблеми, що торкаються безпосередньо їхніх інтересів. Курсанти/студенти розуміють, що їм потрібно засвоювати лексичний матеріал, необхідний у побуті (поїздки за кордон з різною метою), та у їхній майбутній професійній діяльності, а також формувати внутрішню впевненість курсантів/студентів у власних здатностях до іншомовного спілкування і самовдосконалення.

Структурування навчального матеріалу, відбір текстів професійної направленості, дискусійних за змістом, подальший їхній аналіз, висловлювання та відстоювання своєї точки зору – все це дає можливість включати курсантів/студентів у діяльність, пов'язану із необхідністю критично осмислити та проаналізувати

представлені матеріали. У свою чергу, це сприяє розвитку інтересу до іноземної мови, мотивації її вивчення. А мотивація – це дуже важливо!

Курс іноземної мови у вищому технічному навчальному закладі системи ДСНС України носить професійно направлений характер. Сутність професійно-орієнтованого навчання іноземній мові полягає в її інтеграції з профільними дисциплінами з метою отримання додаткових професійних знань та формування професійно значимих якостей особистості. Сучасний офіцер системи ДСНС України повинен володіти широким спектром знань як базових, так і технічних наук. Іноземна мова займає не другорядне значення серед вищевказаних наук і у даному випадку виступає засобом підвищення професійної компетентності і особистісно-професійного розвитку курсантів/студентів та є необхідною умовою успішної професійної діяльності спеціаліста – випускника сучасної вищої школи.

У результаті аналізу спеціальних досліджень доведено, що розвиток особистості на заняттях з іноземної мови носить системний характер. Так, доведено, що формування іншомовних мовленнєвих механізмів є основою для розвитку пізнавальних процесів і функцій психіки, а абстрактно-логічне і філологічне мислення взаємозв'язані між собою. У процесі мовної підготовки відбувається активація інтегративної діяльності мозку, у мисленні людини утворюється велика кількість нових зв'язків. Мова є інструментом мислення і, розвиваючи її, ми розвиваємо мислення, що являє собою унікальну операцію. А де ще як не на заняттях з іноземної мови можна розвивати мовлення? Саме мислення забезпечує конструювання думки людини, тобто виробляє кодування і декодування інформації, дозволяє взаємодіяти із зовнішнім світом, засвоювати культуру.

Під час занять з іноземної мови формуються комунікативні та організаторські здібності, виключно важливі для професійної діяльності майбутнього офіцера системи ДСНС України. А офіцер, маючи всебічну підготовку і гарну практику, та до того ж володіючи іноземною мовою, має кращі перспективи у кар'єрному зростанні.

На даному етапі розвитку суспільства гостро стоїть питання підняття освіти в Україні на більш якісний рівень. Важливим є підготовка спеціалістів високого класу і саме тих, хто володіє іноземною мовою.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Еферова А. Р. Формирование критического мышления студентов технического вуза на занятиях по иностранному языку / А. Р. Еферова // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – 2010. – С. 92–93.
2. Нестерова С. А. К вопросу о профессиональной направленности процесса обучения иностранному языку в техническом вузе / С. А. Нестерова // Вестник ЧГАА. – 2011. – Том 59. – С. 92–93.
3. Пчелинцева И. Г. Теоретические и практические аспекты обучения иностранным языкам в техническом вузе / И. Г. Пчелинцева (отв. ред.). – Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. – 112 с.

*Д. В. Усов, к. філос. н, доцент*

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

#### **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ЯК ЕЛЕМЕНТ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ ПРАЦІВНИКА ДСНС УКРАЇНИ**

Сучасні соціальні відносини розгортаються в новій інформаційній реальності, в епоху стрімкої інформатизації, рівень якої став критерієм прогресу того чи іншого суспільства. Терміни «комунікація», «інформація», «інформаційний обмін», «інформаційне управління» отримали широке поширення в самих різних галузях суспільної діяльності. Інтенсивний розвиток Інтернет - технологій в сучасних умовах набуває характеру глобальної інформаційної революції. Сформувалася фундаментальна залежність життєдіяльності держави і суспільства від процесів обміну інформацією. Постала нагальна проблема як на рівні держави, так і окремого громадянина – забезпечити контроль обігу цифрових даних, а також унеможливлення несанкціонованого доступу до них. Досліджувана проблематика конкретизується у підвищенні ефективності використання інформаційної інфраструктури в інтересах повноцінного функціонування ДСНС України.

Захист інформації полягає в застосуванні певних методів і засобів захисту від негативного впливу на структурні складові системи інформації, як внутрішньої, так і тієї, що надходить із зовні, а також від негативного впливу інформації, що виходить з конкретної системи. Актуальність цієї проблеми полягає в тому, що інформація може здійснювати значний вплив і на людину, і на суспільство, як позитивний, так і негативний.

Перед суспільством стоїть завдання підвищити рівень інформаційної безпеки шляхом захисту життєво важливих інтересів людини, суспільства і держави. В зв'язку з цим особливого значення набуває питання формування інформаційної культури працівника ДСНС України з метою правильного користування інформацією в Інтернет-просторі.

Для вирішення цього питання в умовах розвитку інформаційного суспільства необхідне створення методичного документу по забезпеченню інформаційної безпеки співробітника ДСНС України. Таким



документом, на нашу думку, може стати своєрідна інструкція для співробітників ДСНС України для роботи в Інтернет-просторі, яка буде містити в собі основні правила, яких необхідно дотримуватися при роботі з інформацією, в першу чергу при виконанні посадової роботи, для захисту від витоку службової інформації.

В Україні захист інформації детально регламентовано переважно щодо державної таємниці та конфіденційної інформації, що є власністю держави, а також щодо інформації, яка циркулює в інформаційній, телекомунікаційній або інформаційно-телекомунікаційній системі (далі — ІТС). Захист інформації в ІТС визначається як діяльність, спрямована на запобігання несанкціонованим діям щодо інформації в системі. Державна служба спеціального зв'язку та захисту інформації України здійснює оцінку стану захищеності державних інформаційних ресурсів в ІТС, визначає порядок координації діяльності органів державної влади, органів місцевого самоврядування, військових формувань, підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності з питань запобігання, виявлення та усунення наслідків несанкціонованих дій щодо державних інформаційних ресурсів в ІТС.

Інформаційна безпека є однією із основних складових національної безпеки країни. Її забезпечення з використанням грамотно сформульованої національної інформаційної політики значною мірою сприяло б досягненню успіху у виконанні завдань політичної, воєнно-політичної, воєнної, економічної, соціальної та інших сферах державної діяльності. Зокрема, впровадження вдалої інформаційної політики може справити істотний вплив на зниження напруженості та розв'язання зовнішньополітичних і воєнних конфліктів.

Останнім часом визначальної ваги інформаційна безпека набуває у воєнній сфері. Безпосередньо в військовій справі рівень інформаційного потенціалу все більшою мірою обумовлює оперативність прийняття рішень, структуру і якість озброєнь, оцінку рівня їх достатності, дієвість пропаганди, ефективність дій союзників і власних збройних сил і, в підсумку, результат збройного протистояння. Значущість інформаційної безпеки як складової воєнної безпеки України пояснюється залежністю реалізації найбільш важливих інтересів України у воєнній сфері від інформаційних загроз. Ефективність своєчасного виявлення та нейтралізації розглянутих загроз національній безпеці в воєнній сфері істотно залежить від виваженості й активності заходів щодо забезпечення воєнної безпеки на інформаційному рівні.

*І. М. Ушакова, к. психол. н, доцент, А. О. Байбак, НУЦЗУ*

## **ПСИХОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА КУРСАНТІВ ДО РОБОТИ В ОСЕРЕДКУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

Актуальність названої проблеми пояснюється передусім низкою тих об'єктивних і суб'єктивних труднощів, які відчують курсанти і працівники Державної служби з надзвичайних ситуацій України при виконанні ними службових обов'язків та підготовки до їх виконання.

В сучасних умовах психологічна підготовка курсантів ДСНС України спрямовується на своєчасне подолання об'єктивних та суб'єктивних морально-психологічних та ситуаційно-кризових труднощів, які мають місце в екстремальних умовах. До об'єктивних труднощів належать: вивчення та застосування нових систем і засобів цивільного захисту населення; здійснення у складі команди рятувальних дій; постійні вимоги щодо підтримання високої психологічної готовності підрозділів до цивільного захисту. Що стосується суб'єктивних труднощів, то до них належать: надмірна напруженість психіки в умовах регламентованої часом рятувальної роботи; великі фізичні та психічні навантаження, що призводять до тимчасового зниження працездатності; постійне відчуття відповідальності за вирішення поставлених завдань [1].

Особлива напруженість виникає в умовах надзвичайних ситуацій (НС). Аналіз відгуків випускників показує, що найбільші внутрішні труднощі при вирішенні завдань в умовах НС відчували рятувальники у випадках, коли треба було за обмежений час виконати комплекс операцій і діяти в небезпечній обстановці. В їх діях і поведінці спостерігалась невпевненість, викликана об'єктивними умовами надзвичайної ситуації. Такий стан виникав кожного разу, коли зростала відповідальність за вирішення завдань, потрібно було самостійно прийняття рішень, виникав дефіцит часу в роботі, ускладнювався процес виконання завдань, зменшувався обсяг інформації про дії й завдання, що вирішуються всіма спеціалістами підрозділу.

За даними ДСНС України, негативний психічний стан був властивий тим працівникам, які не володіють стійкою психологічною готовністю до діяльності в надзвичайній ситуації і не вміють у повній мірі перебороти внутрішні труднощі, що виникли під час ліквідації надзвичайної ситуації. Це ще раз підтверджує необхідність цілеспрямованої і систематичної роботи з психологічної підготовки до дій в екстремальних ситуаціях вже на етапі первинної професіоналізації.

Наша робота з курсантами НУЦЗУ, які регулярно заступають на чергування в навчальній пожежній частині і виїжджають на ліквідацію надзвичайних ситуацій показала, що найбільш характерні труднощі виникали них при застосуванні теоретичних знань в конкретній практичній справі, вирішенні нетипових питань надання необхідної допомоги, прогнозування можливих наслідків. Труднощі також виникали:

- якщо була потреба самостійно усувати наслідки у кризових ситуаціях;
- при керівництві рятувальниками, старшими за віком;

- при ускладненні рятувальних робіт;
- при самостійному виконанні окремих дій та операцій під час ліквідації надзвичайної ситуації.

Такі численні труднощі, відображаючись у свідомості курсанта, чинять величезну гальмуючу, обмежувальну дію на його психіку. Відомо, що чим сильнішими є зовнішні подразники, тим більша вірогідність негативних наслідків. Стосовно обставин надзвичайної ситуації це означає, що невідомість, миттєвість можуть значно ускладнити виконання завдань. Такий вплив зовнішніх подразників обумовлює зростаючу необхідність завчасного формування психологічної готовності у курсантів ДСНС України.

Практика показує, що успіх формування психологічної готовності у курсантів і студентів університету залежить від того, наскільки глибоко усвідомлюється цей процес усіма посадовими особами, викладацьким складом. Викладачі, командири повинні перейнятися розумінням необхідності врахування та цілеспрямованого формування у майбутніх працівників ДСНС України стійкої психологічної готовності до дій в екстремальних умовах – найважливішого фактора підвищення самостійності і відповідальності за підтримання боєздатності рятувальних підрозділів цивільного захисту України. Це означає, що, крім гуманітарних і технічних знань, випускник університету повинен мати глибокі психологічні та професійні знання, навички, бути хорошим організатором людей, які діють в надзвичайних ситуаціях. Вивчення відгуків, бесіди з учасниками надзвичайних ситуацій і їх ліквідаторами показують, що не всі випускники своєчасно «входять у посаду» і виконують у повному обсязі свої функціональні обов'язки, багато з них відчують певні труднощі, не маючи при цьому стійкої психологічної готовності до діяльності в екстремальних умовах.

Психологічна підготовка до дій в екстремальних ситуаціях - це цілеспрямований вплив на особистість за допомогою психологічних і психофізіологічних методів, спрямованих на формування у неї психологічної готовності до адекватних дій в таких ситуаціях. Це процес формування психічних якостей, що забезпечують стійке і надійне виконання професійної діяльності фахівцями в різних, в тому числі екстремальних і надзвичайних ситуаціях.

В процесі навчання майбутніх працівників ДСНС психологічна підготовка здійснюється, в основному, шляхом моделювання тих ситуацій, з якими гіпотетично вони можуть зіткнутися в професійній діяльності [2].

Способи і прийоми моделювання класифікуються на:

- Словесно-знакові. Це може бути розповідь про майбутні дії і пов'язані з ними труднощі, доведення різного роду "легенд" перед тактичними заняттями і навчаннями тощо.
- Наочні. Наприклад, перегляд кіно- та відеофільмів, фотографій з реальними картинами пожеж і присутніх там психотравмуючих чинників, дій (показ способу подолання психологічної смуги, використання пожежних гідрантів і т.д.).
- Тренажерні - вплив здійснюється шляхом моделювання психологічних факторів надзвичайної ситуації з використанням технічних засобів, спортивних снарядів, макетів, споруд професійної підготовки для відпрацювання необхідних навичок і вмінь. Такі засоби називаються програмними тренажерами і створені в нашому університеті в великій кількості (див. сайт НУЦЗУ), хоча ця робота має продовжуватись.
- Імітаційні - вплив здійснюється з використанням засобів імітації зовнішніх ознак екстремальної обстановки (шуму, задимлення, необхідності швидко знайти вихід тощо.). Як приклад можна назвати психологічну «полосу перешкод», яка діє і в нашому університеті.
- Реальні - вплив здійснюється шляхом моделювання психологічних факторів екстремальної ситуації з використанням реальної техніки, озброєння і підручних засобів, що застосовуються для організації гасіння пожеж. Прикладом тут може слугувати вже згадане нами раніше чергування курсантів в навчальній пожежно-рятувальній частині.

Як показує практика, найбільшою ефективністю з точки зору психологічної підготовки відрізняються ті заняття, де всі перераховані прийоми моделювання екстремальних ситуацій застосовуються не розрізнено, а задіюється відразу весь їх комплекс, в тісному зв'язку і взаємодоповненні.

Таким чином, психологічна готовність до дій в надзвичайних ситуаціях – найважливіша складова всебічної професійної підготовленості, суттєва передумова успішного виконання завдань цивільного захисту України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дьяченко М.И. Готовность к деятельности в напряженных ситуациях. Психол. аспект / М.И. Дьяченко, Л.А. Кандыбович – Мн.: Изд-во «Университетское», 1985 – 206 с.
2. Бельков Т.А. Исследование эффективности интерактивных методов обучения для формирования готовности молодых спасателей к профессиональной деятельности в ЧС / Т.А. Бельков, С.Ю. Тадьева, П.В. Родионов // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Юрга, 27-28 ноября 2014 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – С 37-42.

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВ» У ЛУЦЬКОМУ НТУ**

У Луцькому національному технічному університеті з 2011 року займаються підготовкою бакалаврів за напрямом 6.170202 «Охорона праці». З вересня 2016 року розпочато підготовку магістрів за спеціальністю 263 «Цивільна безпека».

У циклі професійної та практичної підготовки бакалаврів навчальна дисципліна «Пожежна безпека виробництв» читається у 8 семестрі обсягом 6,5 кредитів (195 годин). В ході вивчення даного курсу, який найтісніше пов'язаний з такими дисциплінами як «Хімія» та «Фізика» з циклу природничо-наукової підготовки та «Теорія горіння і вибуху», «Потенційно небезпечні виробничі технології та їх ідентифікація», «Безпека експлуатації будівель і споруд» з циклу професійної та практичної підготовки.

Відповідно до освітньо-кваліфікаційної характеристики бакалавра напряму 6.170202 «Охорона праці», при оцінюванні небезпек виробництва майбутні фахівці навчаються визначити фізико-хімічні, токсичні та пожежовибухонебезпечні властивості речовин та матеріалів, що впливають на умови виникнення, розвитку, та локалізації аварійної ситуації технологічного вузла (тиск, температура тощо) при заданих умовах і безпечні параметри їх зберігання чи обертання в технологічних процесах виробництва для встановлення небезпеки виникнення аварії (пожежі, вибуху, хімічної, радіаційної, біологічної) або іншої надзвичайної ситуації техногенного характеру. Під час проведення експертизи проектної документації, за участю відповідних спеціалістів-проектувальників, використовуючи дані щодо технологічних процесів, речовин та матеріалів, що обертуються на потенційно небезпечних об'єктах, визначають їх фізико-хімічні, токсичні та пожежовибухонебезпечні властивості, місця проміжного та базисного зберігання матеріалів (їх вид та кількість) в умовах виробництва.

Під час викладання дисципліни ми навчаємо студентів: ідентифікувати основні причини пожеж, пожежну небезпеку агрегатів та установок, що розміщені у приміщенні (будівлі, споруді); визначити пожежовибухонебезпечні показники речовин і матеріалів; контролювати нормативні вимоги щодо утримання території, протипожежних розривів, джерел протипожежного водопостачання; прогнозувати можливість і наслідки не виконання передбачених законодавством вимог пожежної безпеки; використовувати нормативно-правову базу для захисту об'єктів від виникнення можливих пожеж і боротьби з ним, якщо вони виникли; розробляти організаційні заходи і застосовувати технічні засоби захисту від дії небезпечних факторів пожеж; запобігати виникненню пожеж, а в разі їх виникнення приймати адекватні рішення та виконувати дії, спрямовані на їх ліквідацію.

Під час практичних занять майбутні фахівці з охорони праці вчать визначати категорію приміщення за вибухопожежонебезпечною, здійснивши відповідні розрахунки величини надлишкового тиску, знаходити площу пожежного відсіку для будівлі, що відноситься до певної категорії приміщень, з'ясувати розрахунковий час евакуації людей в разі виникнення пожежі, розраховувати необхідний об'єм протипожежного запасу води, необхідну тривалість його поповнення і додатковий об'єм протипожежного запасу води для зовнішнього пожежогасіння виробничого будинку, а також визначити необхідні межі вогнестійкості основних будівельних конструкцій виробничої будівлі, в якій розміщується виробництво.

В ході вивчення дисципліни передбачено виконання курсової роботи, мета якої – систематизація теоретичних знань фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» із дисципліни «Пожежна безпека виробництва», закріплення навичок із визначення категорії приміщення й експертизи протипожежного стану об'єкта та розробка заходів протипожежного характеру. Кожен студент денної та заочної форми навчання при виконанні курсової роботи намагається кваліфіковано вирішити технічні задачі щодо забезпечення пожежної безпеки об'єктів різних форм власності; виконує розрахунки, аналізує і розробляє технологічні документи, складає пояснювальні записки; опрацьовує нормативно-правові акти з пожежної безпеки та довідкову літературу.

У вступі студенти надають загальну характеристику виду економічної діяльності згідно КВЕД, де застосовується виробниче приміщення, його значення та місце в структурі економіки; загальна характеристика пожежної небезпеки та обґрунтування необхідності розробки заходів протипожежного захисту. У теоретичній частині наводять основні поняття та класи пожежної безпеки, категорії приміщень за вибухопожежонебезпечною, з'ясовують, до якої категорії належить дане приміщення, які речовини та яка їх кількість будуть спричиняти пожежну небезпеку і наводять конкретні вимоги пожежної безпеки для досліджуваного приміщення, в тому числі і наявність евакуаційних виходів. В розрахунковій частині студенти визначають температурний режим пожежі (під час його повного розвитку та затухання), будують графік залежності температури пожежі від її тривалості, аналізують його і пропонують заходи щодо зниження пожежної небезпеки конкретного виробничого об'єкта.

Традиційним на нашій кафедрі є екскурсія бакалаврів напряму «Охорона праці» до виставки-музею пожежно-рятувальної служби в Луцьку. Студенти мають змогу ознайомитися з унікальними історичними

документами, фотографіями, експонатами, які розповідають про життя та працю бійців вогняного фронту від давнини до сьогодення. У залах виставки представлена пожежно-рятувальна техніка, засоби зв'язку, прилади контролю і повідомлення про пожежі, протипожежна і охоронна автоматика промислових та інших об'єктів, діючі установки водяного, пінного та газового пожежогасіння, манекени в бойовому одязі, що призначений для гасіння пожеж, ліквідації надзвичайних ситуацій, хімічних аварій. Цю цікаву і потрібну інформацію наші випускники можуть застосувати як для навчання, так і подальшій професійній діяльності.

Крім того, під час вивчення дисципліни ми навчаємо студентів працювати з періодичною літературою, зокрема з журналами «Охорона праці та пожежна безпека» та «Пожежна та техногенна безпека».

#### ЛІТЕРАТУРА

1. <http://www.dsns.gov.ua> - Офіційний сайт Державної служби України з надзвичайних ситуацій.
2. ГСВОУ: 2009 Галузевий стандарт вищої освіти України. Освітньо-кваліфікаційна характеристика бакалавра. Галузь знань 1702 «Цивільна безпека». Напрямок підготовки 6.170202 «Охорона праці»/ розробники: В. Батлук, О.Вільсон, В. Зацарний, Ю. Кіт, Б. Коржик, К. Ткачук, О. Третьяков, Ю. Уваров, Т. Чікаліна. – К. : МОН, 2009. – 55 с.

*А. С. Чубіна,*

*Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького*

#### ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ ТА ЇЇ НАСЛІДКИ ДЛЯ ПОЖЕЖНОЇ ОХОРОНИ: ДОСВІД НІМЕЧЧИНИ

Наприкінці січня 2017 р. Уряд України схвалив Стратегію реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Мета – підвищення рівня захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій у мирний час та в особливий період. Документ передбачає визначення необхідної кількості пожежно-рятувальних підрозділів (пожежних частин) місцевої і добровільної пожежної охорони в об'єднаних територіальних громадах, їх чисельності, місць дислокації з урахуванням часу прибуття до місця виклику (10 хвилин у місті та 20 хвилин у сільській місцевості). Важливо, що Стратегія врахувала завдання реформи місцевого самоврядування – покращення якості та наближення послуг до людей. Спроможні громади, громади, які скористалися своїм законодавчим правом добровільного об'єднання і отримали від держави повноваження і ресурси для їх здійснення, - отримали реальні можливості самостійно вирішувати питання місцевого значення, в тому числі питання пожежної безпеки.

Звичайно, реформуючи систему, неможливо не враховувати досвід передових європейських країн, зокрема Німеччини.

Так, наприклад, 15 років тому на території міста Штауфенберг (місту реконструкції та оновлення, що вимагало чималих коштів. У зв'язку з цим, територіальною громадою було прийнято рішення - не ремонтувати старі приміщення, а об'єднати три пожежні частини в одну, зменшивши витрати на її утримання та, отримавши допомогу від землі (адміністративна одиниця в Німеччині), побудувати в центрі міста нову спеціалізовану будівлю об'єднаної пожежної частини. Але для отримання допомоги від землі необхідно було довести ефективність такого рішення, тобто довести, що зазначені заходи сприятимуть зменшенню витрат на утримання пожежної частини, та виділити чималу суму співфінансування з місцевого бюджету (50%).

З метою винайдення необхідних коштів, було прийнято рішення продати приміщення, в яких розміщувалися пожежні частини, а кошти спрямувати на будівництво нової будівлі, яка буде розміщена в центрі міста.

Ідея громади була підтримана землею, виділено співфінансування на нове будівництво і збудовано нову будівлю. Спеціальні транспортні засоби та відповідне обладнання для пожежогасіння були передані від трьох частин в одну об'єднану.

Послуги, що надаються населенню у разі виникнення надзвичайних ситуацій, забезпечуються добровільною пожежною дружиною, яка утворюється в громадах, чисельність населення яких не перевищує 100 тис. осіб. Основною «філософією» прояву такої самосвідомості є надання взаємодопомоги тим, хто їй невідкладно потребує, оскільки кожному колись вона може знадобитися.

Із добровольцями таких частин періодично проводяться спеціальні фахові навчання. Крім того, такі навчання проводять для дітей починаючи із 6-річного віку.

Після включення до складу добровільної пожежної дружини та проходження відповідних навчань, добровольцям видають спеціальні пристрої (т. з. пейджери), на які приходить сигнал у разі виникнення надзвичайної ситуації. Після отримання зазначеного сигналу, добровольці повинні протягом 4 хвилин прибути на місце дислокації (пожежна частина розміщена в центрі міста), а вже через 10 хвилин після виклику перший пожежний автомобіль має прибути на місце пригоди.

До складу таких пожежних дружин обов'язково долучаються працівники муніципалітету. Стосовно інших працівників, які працюють в приватних компаніях, мер міста домовляється з керівництвом підприємств

про відшкодування їм коштів із місцевого бюджету за час перебування працівників на виклику, але компанії зазвичай відмовляються від цього.

Крім того, у невеликих муніципалітетах, де немає спеціалізованих професійних пожежних частин, а лише добровільні пожежні дружини, кожна з яких має свою спеціалізацію і, у разі потреби, їх можуть покликати на допомогу інші муніципалітети, в яких відсутні відповідні спеціалізації (до прикладу, одна частина спеціалізується на захисті від повеней, інша - на протихімічному захисті і т.д.).

За інформацією мера міста, найбільше коштів витрачається на утримання спеціалізованих автомобілів, близько 160 тис. євро на рік.

Як відомо, до складу Федеративної Республіки Німеччини (далі - ФРН) входять 16 земель і три міста. Всі федеральні землі Німеччини мають можливість приймати і встановлювати внутрішні, так звані, місцеві закони. Але прийняття стратегічно важливих питань, а також законів залишилося за федеральним урядом Німеччини. Всі федеральні землі мають так звану «державну відповідальність». Але також в складі ФРН є три вільних держави - це Баварія, Саксонія і Тюрінгія.

Ще декілька прикладів, зокрема: спільна майстерня з обслуговування дихальних масок для 25 громад в районі Веттерну; досвід і забезпечення ефективної роботи обладнання, його закупівля та експлуатація (м. Бад-Наухайм).

Шляхом укладення договору про співробітництво територіальних громад, 25 громад, об'єднавши свої кошти, забезпечили безперебійне функціонування спільної майстерні з обслуговування дихальних масок. Адже обладнання для здійснення такого обслуговування досить дороге, і кожна громада окремо не в змозі утримувати таку майстерню. Крім того, роботу із обслуговування дихальних масок повинні виконувати кваліфіковані фахівці.

Об'єднавши свої зусилля, громади отримали можливість економити кошти під час закупівлі дихальних масок (адже виробники роблять чималі знижки при оптових закупівлях) та їх обслуговуванні, яке проводиться щокварталу.

В зазначеній пожежній частині створено спеціальні тренінгові центри, з умовами наближеними до надзвичайних ситуацій, де проводяться відповідні навчання, та обладнано спеціальний клас для занять із дітьми.

Цікавий досвід функціонування центральної диспетчерської служби в м. Гельнхаузен. Зазначений центр обслуговує територію, на якій проживає більше 400 тис. людей, тому центр спеціалізується на всіх видах допомоги.

Усі складові попередження небезпечних ситуацій у районі Майн-Кінціг поєднано у рамках одного Центру: до 40 багатофункціональних транспортних засобів, 5 систем швидкої допомоги, 147 пожежних команд, 5 місцевих об'єднаних служб технічної допомоги, 3 частини рятування на воді, служби попередньої допомоги, служба порятунку на воді, місцеві лікарі, служба рятувальних собак, численні відділення Червоного Хреста (ЧХ), Мальтійської служби, спілки робітників-самаритян, Ордена Святого Йоганна, водолази-рятувальники, пастирі в ситуаціях нещасних випадків.

Центр попередження небезпечних ситуацій надає послуги Центральної диспетчерської служби, служби швидкої допомоги, безпеки праці, навчання та підвищення кваліфікації, служби протипожежних заходів, безпеки життєдіяльності, протипожежної профілактики, перевірки протипожежних заходів.

В зазначеній диспетчерській службі приймаються дзвінки у разі потреби медичної, соціальної допомоги та у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Сьогодні важливо враховувати передовий європейський досвід для забезпечення вдалого проведення реформи децентралізації в Україні.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Децентралізація пожежної служби: у МВС презентували реформу ДСНС. – Режим доступу к источнику: <http://future.cn.ua/decentralizaciya-pozhezhno%D1%97-sluzhbi-u-mvs-prezentuvali-reformu-dsns/>.
2. На порядку денному об'єднаних громад – забезпечення пожежної охорони (досвід Німеччини). – Режим доступу к источнику: <http://decentralization.gov.ua/news/item/id/4372>.
3. Пожежна охорона децентралізується – презентація реформи. – Режим доступу к источнику: <http://decentralization.gov.ua/news/item/id/3511>.
4. Реформа децентралізації влади. Офіційний сайт. – Режим доступу до джерела: <http://decentralization.gov.ua/>.

## АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТІЙКОСТІ ОКРЕМИХ ГРУП МЕНЕДЖМЕНТУ З ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

В якості коментарю можливостей та ефективності запропонованої комплексної методи навчання менеджерів ресурсно-критичного управління РКУ [1] моніторингу у передумовах НС наведені узагальнені результати експериментальних досліджень проведених на базі навчально-тренувального кризового центру та науково-дослідної лабораторії управління у кризових ситуаціях.

За задумом експерименту (ділової гри) в рамках планового підвищення кваліфікації керівного складу ДСНС України, з різних потенційних щодо можливості їх подальшого застосування в якості менеджерів та операторів КРУ категорій, формувались 4 управлінські групи. Тип спеціалізації менеджера II рівня варувався у відповідності до наявної професійної спрямованості основної діяльності фахівця та в цілому розподілився наступним чином: технічне спрямування ( $M_{II}^B$ ) - 65 %; інформаційне ( $M_{II}^B$ ) - 25 %; тезаурусне ( $M_{II}^B$ ) - 10 %. Всі групи знаходились в умовах функціональної критичності інформаційного типу. Дві перші групи додатково в умовах функціональної критичності тезаурусного типу (у вигляді між особового конфлікту (надалі групи менеджерів в «червоних» секторах), група без додаткової функціональної критичності тезаурусного типу («жовтий» сектор), група без наявних інформаційно-комунікативних зв'язків («синій» сектор), як спрощена модель сучасної сталої системи моніторингу у сфері надзвичайних ситуацій матеріально-інформаційного типу.

За підсумками аналізу управлінських дій в окремих надзвичайних ситуацій на хімічно небезпечних об'єктах якість та кількість інформаційно-комунікативного потоку (ІКП) моніторингової інформації не відповідали потребам підсистеми прийняття рішень. Очікуване коливання додаткової потреби в ІКП становила від 5 до 60 % від отриманого. Від так, з метою виключення негативного впливу на інформаційно-комунікативні зв'язки РКУ неефективного функціонування існуючої системи моніторингу у сфері НС, приймаємо додаткову потребу ІКП в діапазоні 5-10 %, що в цілому відповідає знаходженню системи РКУ в зоні зростання функціональної критичності системи до інформаційно-комунікативної межі, яка визначається з погляду фізіологічних можливостей людини з екстремальної тезаурусної обробки та розуміння інформації. Подібні передумови була зафіксовані і у випадках які не мали катастрофічних наслідків з причини залучення наявних системних резервів та самоорганізації функціональної системи об'єкту контролю. Сформованим групам запропонували сформулювати інформаційно-комунікативні запити щодо кількості та якості необхідних додаткових надходжень ІКП в зоні сталої функціонування та можливої «скритої критичності» від дії зовнішнього впливу; та в період функціонування системи в режимі інформаційно-комунікативного компенсування дії зовнішнього впливу. Менеджерам I рівня (в рамках ділової гри) було запропоновано три рішення цього завдання, а саме: залишити розподіл можливості отримання додаткового ІКП в рівних частинах в період I та III відповідно; збільшити рівень потреби додатково ІКП моніторингу на I період (вказавши % кількість), зменшивши відповідно рівень можливості отримання додаткового ІКП на III період; або збільшити рівень можливості отримання додаткового ІКП на III період (вказавши % кількість), зменшивши відповідно рівень можливої потреби на I. Дослідженням підлягали аргументація, вміння використовувати існуючий (отриманий в межах існуючої системи підвищення кваліфікації) управлінський потенціал, прогнозуема залежність від сформованих рішень РКУ подальших управлінських рішень щодо стану безпеки об'єкту контролю, вплив на РКУ різних варіацій функціональної критичності інформаційного (обмеженість часу та інформації, її нечіткість) та тезаурусного (між особистий конфлікт, помилкова інформація) типу.

Узагальнені результати проведення експериментальних досліджень наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Результати експериментальних досліджень оцінки можливостей існуючого управлінського потенціалу ДСНС України.

Рішення щодо організації додаткового ІКП моніторингу	Умовний сектор дослідження		
	Червоний	Жовтий	Синій
1	2	3	4
Залишити існуючу схему організації додаткового ІКП	Окремі спроби	Окремі спроби	Домінуюча схема Аналіз аргументації (А4)
Збільшити можливості отримання ІКП в I період функціонування	Домінуюча схема Аналіз аргументації (А1)	Окремі спроби	Окремі спроби

Збільшити можливості отримання ІКП в III період функціонування	Домінуюча схема Аналіз аргументації (A2)	Домінуюча схема Аналіз аргументації (A3)	Окремі спроби
Альтернативне рішення	відсутні	відсутні	відсутні
Можливість застосування потенціалу в системі РКУ	Варіант (B, C) системи формування менеджменту РКУ моніторингу у передумовах НС не доцільні в наслідок відсутності базової підготовки за варіантом (A).		
Загальна оцінка впливу на підсистему управління безпекою ОК	Незадовільна	Незадовільна з позитивною динамікою за окремими напрямками	Байдужа

За домінуючу схему організації додаткового ІКП моніторингу в системі РКУ прийнята схема підтримана переважною більшістю груп (виконується рівняння багато більше {>>} по відношенню до інших можливих варіантів) задіяних в експериментах з різними категоріями фахівців. Для домінуючої схеми проведено загальний аналіз аргументації та оцінка можливості застосування наявного управлінського потенціалу та оцінка впливу на підсистему управління безпекою об'єкту контролю (ОК).

Так аналіз аргументації A1 виявив наступні домінуючі негативні тенденції: відсутність аналізу причинно-наслідкових зв'язків процесів ІК критичності та її впливу на систему прийняття рішення в наслідок їх слабого розуміння, небажання впливати на тезаурусну складову функціональної критичності із-за підсвідомого бажання уникнути прогнозованого покарання; цілковита відсутність методології впливу на функціональну критичність тезаурусного характеру; A2: принципова відсутність від негативних тенденцій групи A1 формуванні причинно-наслідкових зв'язків за свідомо недосконалою інформацією стосовно процесів які мають місце та відсутності відповідного рівня базової підготовки (наприклад «помилка гравця» тощо); A3: на ряду з негативними тенденціями у формуванні причинно-наслідкових зв'язків в даному блоці відмічались наступні позитивні тенденції пошук додаткової інформації щодо умов які впливають на формування ІКП моніторингу у передумовах НС, залучення окремих переваг запропонованої інформаційно-комунікаційної організації системи моніторингу (вплив (штучно обмеженої) відсутності функціональної критичності тезаурусного типу; A4: рішення приймалось суто інтуїтивно за відсутності чіткої аргументації з бажанням виключення себе, як основного елементу інформаційно-комунікативної системи, з процесу РКУ моніторингом у передумовах НС (паралізуючий вплив домінуючої функціональної критичності тезаурусного типу).

Від так узагальнюючи отримані результати та відповідну аргументацію слід зазначити, що всі сформовані групи припустились переліку управлінських та психологічних помилок (A1-A4). Керівником експерименту не лімітувалась якість і кількість можливих рішень щодо РКУ ІКП моніторингом у передумовах НС, а лише пропонувались деякі (останнє фактично спричинило наявність функціональної критичності тезаурусного типу у всіх експериментальних групах, як-то вплив «авторитету», шаблонність мислення). Помилки «гравця», спричинено відсутністю базових знань з курсу теорії вірогідності та вірогідного характеру кризових явищ. Невміння аналізувати наявну інформацію, та організувати роботу з пошук необхідної для прийняття урівноважених рішень в системі РКУ. Вплив функціональної критичності тезаурусного типу призвів до фактичного розколу груп червоного сектору, що повністю знівелювало можливості та переваги РКУ системи моніторингом у передумовах НС як системи матеріально-інформаційно-розумного типу. В цілому отримані негативні оцінки впливу на систему прийняття рішень щодо стану безпеки ОК доказують правоту висунутих припущень о неможливості побудови сучасної системи моніторингу у передумовах НС без впровадження концептуальних системних змін, як в розумінні природи, так і формуванні процесів, елементів, взаємозв'язків основ моніторингу у передумовах НС.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Шевченко Р.І. До питання організації ресурсно-критичного управління інформаційно-комунікативними потоками функціонального поля моніторингу у передумовах надзвичайних ситуацій [Текст] / Р.І. Шевченко// Матеріали 71-шої науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів ОНАЗ ім. О.С. Попова. – Одеса, 2016, - С. 59-62.

## **ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ НА ЗАНЯТТЯХ З ІНОЗЕМНОЇ МОВИ ЗА ПРОФЕСІЙНИМ СПРЯМУВАННЯМ**

З кожним роком, через підвищення вимог до професійного рівня володіння іноземними мовами курсантами вищих навчальних закладів технічного спрямування, змінюється і концепція викладання іноземних мов. Ця концепція базується на розвитку і вдосконаленні комунікативної компетенції, спрямованої на формування як мовних, так і мовленнєвих навичок та вмій у професійно-орієнтованому середовищі [1, 17]. Сучасний курсант повинен володіти не лише навичками й уміннями слухання, письма та читання, але і належним рівнем усного спілкування, яке, безумовно, є вкрай необхідним компетентному фахівцю у його майбутній професійній діяльності. В цьому плані важливим є застосування різноманітних форм навчання та контролю знань курсантів, зокрема використання рольової гри, яка є в достатній мірі мотивуючою і містить елементи непередбачуваності та несподіваності. У зв'язку з цим, учасники гри можуть оцінити можливість використання створеної ігрової ситуації в реальному житті під час виконання професійних обов'язків [6, 90]. Цього, на наш погляд, не може забезпечити механічне заучування та тренування певних лексичних одиниць і граматичних структур. Окрім того рольова гра надає курсантам соціолінгвістичну підказку – якими одиницями і якими мовленнєвими моделями можна висловити ту чи іншу думку при оцінюванні певної ситуації, залежно від її складності та соціальної характеристики учасників.

Застосування принципу комунікативності у процесі вивчення сучасних мов набуло значного поширення з початку 70-тих років минулого століття. Рольова гра (role play) визначається деякими авторами як спонтанна поведінка осіб, що навчаються, їх реакція на поведінку інших людей, що беруть участь у гіпотетичній ситуації [4, 101; 5]. Таку ж думку висловлюють і ряд інших авторів, які вказують, що рольова гра це засіб при якому ті, хто навчаються повинні вільно імпровізувати в межах створеної ситуації, виступаючи в ролі її учасників [7; 8].

Незаперечним є те, що вивчення іноземних мов із застосуванням інноваційних технологій при підготовці фахівців Державної служби з надзвичайних ситуацій України, має відповідати сучасним вимогам. У першу чергу, це стосується врахування професійно-предметної сфери – боротьби з різними видами пожеж, аварій, природних та екологічних катастроф. Відомо, що професійна діяльність майбутніх фахівців з пожежної безпеки вимагає особливої комунікативної компетентності, яка забезпечить мобільність та ефективність виконання ними своїх безпосередніх обов'язків – рятування постраждалих під час різноманітних катастроф як природного, так і



техногенного характеру. Враховуючи це, при вивченні іноземної мови ми постійно застосовуємо рольові ігри, що дає змогу не лише оцінити засвоєння курсантами певного об'єму теоретичного матеріалу, але й забезпечити формування професійної мовленнєвої комунікативності. Це можна проілюструвати на прикладі вивчення кількох тем, включених до програми дисципліни «Іноземна мова за професійним спрямуванням», таких як: «Природні та техногенні катастрофи», «Надання невідкладної медичної допомоги в умовах надзвичайних ситуацій», «Правила пожежної безпеки», «Причини виникнення пожеж», «Розслідування пожеж», «Пожежна техніка» та «Пожежна тактика» [2; 3]. На заняттях курсантам пропонується поставити себе в ситуацію, яка може виникнути поза межами аудиторії, в реальному житті. Це може бути будь що, починаючи від простого гасіння пожежі до надання першої медичної допомоги в умовах виникнення надзвичайної ситуації. Курсанту слід адаптуватися до визначеної ролі в надзвичайній ситуації: в одних випадках він може грати уявну роль постраждалого, в інших – пожежника-рятувальника. Учасникам рольової гри необхідно поводити себе так, неначе все відбувається в реальному житті: їх поведінка повинна відповідати ролі, яку вони виконують. У навчанні професійно-спрямованої іноземної мови переважна більшість авторів виділяють 5 основних типів ролей:

- «inherent» («вроджені»), які визначають стать та вік учасника гри – наприклад, діти, що постраждали під час землетрусу;
- «ascribed» (приписані), які визначають національність або приналежність до певної соціальної групи, наприклад люди похилого віку, які зазнали ушкоджень під час аварії на залізниці;
- «acquired» («набуті»), які визначають професію – рятувальник, психолог, який надає допомогу під час надзвичайної ситуації;
- «actional» («дієві»), які визначають певний перелік дій в життєвій ситуації, наприклад, під час пожежі, автомобільної аварії, в яку може потрапити кожен і яка є тимчасовою.
- «functional» («функціональні»), які визначають функціональне спілкування, наприклад, пропонування своєї допомоги, вираження співчуття та ін. Остання збігається з категорією комунікативних функцій, яка широко застосовується при вивченні іноземних мов [6, 91-92].

Найважливішим у навчанні іноземних мов професійного спрямування, на нашу думку, є три останні категорії ролей: «acquired», «actional» та «functional». Вказані функціональні ролі розглядаються як мінімальні блоки, з яких складається рольова гра, вони є складовими багатьох ситуацій, внаслідок чого їх необхідно ретельно відпрацьовувати на підготовчому етапі.

Отже, рольова гра є одним з найбільш ефективних прийомів реалізації комунікативного принципу в навчанні іноземних мов. Її особливості можна визначити таким чином:

- рольова гра – це навчання в дії (learning by doing), що стимулює емоційний підйом, та підвищує якість засвоєння вивченого матеріалу;

- рольова гра має певні переваги перед іншими методами навчання, оскільки в ній набагато простіше створити таку ситуацію, коли кожен з її учасників займає активну позицію і може вільно висловити власну думку, що практично відсутнє під час дискусії та обговорення;
- рольова гра вимагає повної віддачі від її учасників, яку можна реалізувати за допомогою як вербальних, так і невербальних засобів в певній ситуації. При проведенні рольової гри використовуються знання та вміння учасників, набуті як під час аудиторних занять, так і поза їх межами, тобто загальний багаж знань, умінь та навичок.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Артеменко Т.М., Липко І.П. «Про деякі тенденції навчання іноземних мов. //Методичні та психолого-педагогічні проблеми викладання іноземних мов на сучасному етапі: Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції. – Х.: ХНУ імені В.Н.Каразіна. – 2012. – С.17-18.
2. Єремєєва Н.Ф. Професійна англійська мова (рятувальні дії та попередження надзвичайних ситуацій): Навч. посібник. - Черкаси: ЧПБ, 2006. – 244с.
3. Єремєєва Н.Ф., Ненько Ю.П., Іващенко О.А. Англійська мова за професійним спрямуванням: Практичний курс. – Черкаси: АПБ ім. Герів Чорнобиля. 2013. – 152с.
4. Купман С.М., Стрілець Л.К., Петренко О.В. Ситуативність як складова формування професійного мовлення курсантів ВВНЗ//Методичні та психолого-педагогічні проблеми викладання іноземних мов на сучасному етапі: Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції. – Х.: ХНУ імені В.Н.Каразіна. – 2012. – С.101-102.
5. Шейлз Д. Комунікативність у навчанні сучасних мов.[Рада з культурного співробітництва. Проект № 12 «Вивчення та викладання сучасних мов для цілей спілкування.] Рада Європи, Прес, 1995.
6. Дианова Е.М., Костина Л.Т. Ролевая игра в обучении иностранному языку. // Иностранные языки в школе. – 1988. - № 3. – С. 90-92.
7. Byrne D. Teaching Oral English. – London, 1976.
8. Jones L. Eight Simulations. – Cambridge, 1975.

*Наукове видання*

*Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції*

**Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації  
надзвичайних ситуацій**

*За зміст наданих матеріалів, а також за використання відомостей, не  
рекомендованих до відкритої публікації, відповідальність несуть автори  
опублікованих матеріалів.*

*Тези друкуються зі збереженням авторської орфографії та  
пунктуації*

© Дизайн обкладинки – Федоренко С.С., 2012

© Дизайн емблеми конференції – Бурляй І.В., 2012

---

Підписано до друку 05.05.2017 р. Обл.-вид. арк. 22,8.  
ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ  
18034, м. Черкаси, вул. Онопрієнка, 8.