

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

---



Міжнародна  
науково-практична конференція

Проблеми  
надзвичайних  
ситуацій

**МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

Черкаси  
14 травня 2025 року

*Редакційна колегія*

**Ігор ТОЛОК**, кандидат педагогічних наук, доцент, лауреат Державної премії України в галузі освіти, Заслужений працівник освіти України, ректор Національного університету цивільного захисту України (Україна).

**Євгеній РИБКА**, доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України (Україна).

**Володимир АНДРОНОВ**, доктор технічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Національна академія Національної гвардії України (Україна);

**Віктор БАНАХ**, доктор технічних наук, професор, Запорізький національний університет (Україна);

**Андрій БАМБУРА**, доктор технічних наук, професор, ДП «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (Україна);

**Василь ГОЛІНЬКО**, доктор технічних наук, професор, НТУ «Дніпровська політехніка» (Україна);

**Олександр ГОЛОДНОВ**, доктор технічних наук, професор, ТОВ «Стальпроектконструкція ім. В.М. Шимановського» (Україна);

**Юлія ДАНЧЕНКО**, доктор технічних наук, професор, Національна академія Національної гвардії України (Україна);

**Олександр ДЖУЛАЙ**, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

**Оксана КИРИЧЕНКО**, доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

**Андрій КОНДРАТЬЄВ**, доктор технічних наук, професор, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова (Україна);

**Олександр ЛАПЕНКО**, доктор технічних наук, професор, Навчально-науковий інститут аеропортів Національного авіаційного університету (Україна);

**Вадим НІЖНИК**, доктор технічних наук, професор, Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту (Україна);

**Юрій ОТРОШ**, доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

**Василь ПЕТРУК**, доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет (Україна);

**Валентин МЕЛЬНИК**, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

**Микола СУР'ЯНИНОВ**, доктор технічних наук, професор, Одеська державна академія будівництва та архітектури (Україна);

**Laura COCHRANE**, Emergent Countermeasures International Limited Company (UK);

**Jenq-Renn CHEN**, PhD, Professor, National Kaohsiung University of Science and Technology (Taiwan);

**Andy DUNCAN**, International Committee of the Red Cross (Switzerland);

**Augusto GEROLIN**, PhD, University of Ottawa (Canada);

**Wolfgang Karl-Heinz REICH**, Joint Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Defence Centre of Excellence (Czech Republic);

**Luca ROMANO**, Avvocato dell'Atomo (Italy);

**Dieter ROTHBACHER**, CBRN Protection GmbH (Austria);

**Leonid SKATKOV**, PhD, Ben Gurion University of Negev (Israel);

**Erika SUZUKI**, Gamma Reality Inc. (USA);

**Oksana TELAK**, DSc, Main School of Fire Service (Poland);

**Oleh TURUTANOV**, PhD, Comenius University (Slovakia);

**Rajnai ZOLTÁN**, DSc, Professor, Óbuda University (Hungary).

**Відповідальний секретар: РАШКЕВИЧ Ніна**, PhD, Національний університет цивільного захисту України (Україна).

Національний університет цивільного захисту України, 2025. 468 с.

У збірнику включено матеріали міжнародної науково-практичної конференції «**Problems of Emergency Situations**», яка відбулася на базі Національного університету цивільного захисту України, за такими тематичними напрямками: запобігання надзвичайним ситуаціям; моніторинг та управління у сфері цивільного захисту; реагування на надзвичайні ситуації та ліквідація їх наслідків; хімічні технології та інженерія, радіаційний та хімічний захист; екологічна безпека та охорона праці.

*Рекомендовано до друку вченою радою навчально-наукового інституту пожежної безпеки (протокол № 4 від 25.04.2025 р.).*

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАПОВНЕННЯ ВОДОЮ СТВОЛА УСТАНОВКИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

*Дубінін Д.П., к.т.н, доцент,*

*Гончарук М.В.*

*Національний університет цивільного захисту України*

Використання мобільних установок пожежогасіння на початковому етапі проведення оперативних дій з урахуванням того, що вода є найбільш поширеною вогнегасною речовиною є актуальним [1–5]. Проведення математичного моделювання процесів що відбуваються під час заповнення ствола установки пожежогасіння [6, 7] потребує обчислення. Для дослідження процесу заповнення ствола водою застосовано VOF-модель, за якою проникнення одного середовища у інше відсутнє. Ця модель базується на методі відстежування поверхні, що застосовується до фіксованої ейлерової сітки. Згідно [8, 9], у VOF моделі єдиний набір рівнянь імпульсу використовується для рідин, а об'ємна частка кожної рідини в кожній обчислювальній комірці відстежується по всій області.

Рівняння нерозривності для об'ємної фракції кожної фази (газ/рідина) набуває вигляд [8, 9]:

$$\frac{1}{\rho_q} \left[ \frac{\partial}{\partial t} (\alpha_q \rho_q) + \nabla \cdot (\alpha_q \rho_q \vec{v}_q) \right] = S_{\alpha_q} + \sum_{p=1}^n (\dot{m}_{pq} - \dot{m}_{qp}), \quad (1)$$

де  $\dot{m}_{qp}$  – передача маси від фази  $q$  до фази  $p$ ;  $\dot{m}_{pq}$  – передача маси від фази  $p$  до фази  $q$ ;  $\alpha_q$  – об'ємна фракція  $q$ -ї фази;  $\rho_q$  – густина  $q$ -ї фази;  $t$  – час;  $S_{\alpha_q}$  – джерельний член маси;  $\vec{v}_q$  – швидкість  $q$ -ї фази.

Об'ємна частка первинної фази обчислювалась на основі наступного обмеження [8, 9]:

$$\sum_{q=1}^n \alpha_q = 1. \quad (2)$$

Об'ємна частка фази визначалась за неявною схемою дискретизації часу за рівнянням [8, 9]:

$$\frac{\alpha_q^{n+1} \rho_q^{n+1} - \alpha_q^n \rho_q^n}{\Delta t} V + \sum_f (\rho_q^{n+1} U_f^{n+1} \alpha_{q,f}^{n+1}) = \left[ S_{\alpha_q} + \sum_{p=1}^n (\dot{m}_{pq} - \dot{m}_{qp}) \right] V, \quad (3)$$

де  $n$  – індекс для попереднього кроку за часом;  $n+1$  – індекс для наступного кроку за часом;  $\alpha_{q,f}$  – поверхнева величина об'ємної фракції  $q$ -ї фази;  $V$  – об'єм розрахункової комірки;  $U_f$  – об'ємний потік через поверхню за нормаллю швидкості.

Осереднена густина рідини визначалась за рівнянням [8, 9]:

$$\rho = \sum \alpha_q \rho_q. \quad (4)$$

Рівняння кількості руху має вигляд [8, 9]:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \vec{v}) + \nabla \cdot (\rho \vec{v} \vec{v}) = -\nabla p + \nabla \cdot [\mu (\nabla \vec{v} + \nabla \vec{v}^T)] + \rho \vec{g} + \vec{F}, \quad (5)$$

де  $p$  – тиск;  $\mu$  – молярна маса;  $g$  – прискорення вільного падіння;  $\vec{F}$  – джерельний член імпульсу.

Рівняння енергії має вигляд [8, 9]:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho E) + \nabla \cdot (\vec{v}(\rho E + p)) = \nabla \cdot (k_{\text{eff}} \nabla T) + S_h. \quad (6)$$

де  $E$  – осереднене значення енергії;  $T$  – осереднена температура;  $S_h$  – джерельний член енергії;  $k_{\text{eff}}$  – коефіцієнт ефективною теплопровідності.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Дубінін Д.П. Дослідження вимог до перспективних засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою. Проблеми надзвичайних ситуацій, 2021. № 33. С. 15–29. DOI: 10.52363/2524-0226-2021-33-2
2. Дубінін Д.П., Лісняк А.А., Шевченко С.М., Криворучко Є.М., Гапоненко Ю.І. Експериментальне дослідження розвитку пожежі в будівлі. Проблеми надзвичайних ситуацій, 2021. № 34. С. 110–121. DOI: 10.52363/2524-0226-2021-34-8
3. Дубінін Д.П., Коритченко К.В., Лісняк А.А. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпилим водяним струменем. Проблеми пожежної безпеки, 2018. № 43. С. 45–53.
4. Дубінін Д.П., Коритченко К.В., Лісняк А.А., Криворучко Є.М. Експериментальне дослідження водяного аерозолу, що створюється установкою пожежогасіння періодично-імпульсної дії. Проблеми пожежної безпеки, 2020. № 47. С. 29–34.
5. Дубінін Д.П., Коритченко К.В., Лісняк А.А., Криворучко Є.М., Белоусов І.О. Експериментальне дослідження подавання водяного аерозолу через трубопровід. Проблеми пожежної безпеки, 2020. № 48. С. 45–52.
6. Дубінін Д.П., Коритченко К.В., Лісняк А.А., Криворучко Є.М. Тенденції розвитку імпульсних вогнегасних систем для гасіння пожеж дрібнорозпилим водяним струменем. Проблеми пожежної безпеки, 2019. № 45. С. 41–47.
7. Дубінін Д.П., Коритченко К.В., Криворучко Є.М., Думчикова Д.М. Експериментальне дослідження методу гасіння пожежі водяним аерозолем у приміщеннях складної конфігурації. Проблеми пожежної безпеки, 2019. № 46. С. 47–53.
8. Дубінін Д.П., Коритченко К.В., Криворучко Є.М., Рагімов С.Ю., Тригуб В.В. Особливості процесу заповнення водою ствола установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії. Проблеми надзвичайних ситуацій, 2023. № 38. С. 69–79. doi:10.52363/2524-0226-2023-38-5
9. Dubinin, D. et al. (2024). Numerical studies of the breakup of the water jet by a shock wave in the barrel of the fire extinguishing installation. *Sigurnost*. 66 (2). 139–150. DOI:10.31306/s.66.2.4

## ЗМІСТ

## СЕКЦІЯ 1. ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ

<i>Авшаров Д.Г., Тригуб В.В., Мельник В.П.</i> Дослідження часу блокування шляхів евакуації токсичними продуктами горіння при пожежах в виробничих будівлях ГЕС .....	5
<i>Афанасенко К.А., Васильченко Т.П.</i> Когенераційні установки як альтернативні джерела енергії в умовах пошкодження об'єктів енергетики в Україні .....	7
<i>Афанасенко К.А., Денисенко В.М.</i> Випаровування СПГ при розливі на непроникнену поверхню .....	9
<i>Бенедюк В.С., Онищук А.Є.</i> Протипожежна водяна завіса на основі використання горизонтальних водяних зрошувачів .....	11
<i>Бодрик О.О., Отрош Ю.А., Щолоков Е.Е.</i> Дослідження евакуації дітей в дошкільних навчальних закладах .....	13
<i>Борсук О.В., Лешко А.В.</i> Підвищення ступеня вогнестійкості несучих конструкцій вогнезахисним облицюванням на основі гіпсокартонних плит .....	15
<i>Буднік С.В.</i> Небезпека утворення сельових потоків, її складові та можливість запобігання .....	17
<i>Вавренюк С.А.</i> Дослідження удару блискавки у високовольтні лінії електропередачі .....	19
<i>Гарбуз С.В., Карнова Д.І.</i> Теплообмін та наслідки пожеж на промислових об'єктах нафтової та хімічної галузей .....	21
<i>Гаврилюк К.Р., Підкопай К.Ю., Андрєєва Л.І.</i> Дослідження напрямків удосконалення стаціонарних систем автоматичного водяного пожежогасіння .....	23
<i>Гречка Н.В., Гой Т.О., Демидченко А.І., Виливок О.С., Лесніченко Т.Ю., Мигаленко К.І.</i> Особливості протипожежного водопостачання у будівлях з масовим перебуванням людей .....	25
<i>Грищенко А.А., Рашкевич Н.В., Отрош Ю.А.</i> Аналіз пожежної небезпеки об'єктів критичної інфраструктури .....	27
<i>Дазіль В.Г., Даник О.М., Кучер Г.І.</i> Проблеми та шляхи дослідження токсичності основних інгредієнтів антипиренов .....	29
<i>Дармофал Е.А., Кручина В.В., Клеєвська В.Л.</i> Інтеграція європейських стандартів у систему цивільного захисту України: виклики та перспективи .....	31
<i>Дем'янець С.О., Яцковський Є.І., Сериков В.І., Зінченко О.І.</i> Аналіз застосування існуючих методик розрахунків зубчастих передач .....	33
<i>Дереж'яно О.А.</i> Аналіз способів фіксації осередкових ознак пожежі та шляхів їх удосконалення .....	35
<i>Дмитрієвих П.Л., Назаренко С.Ю.</i> Розробка пропозицій щодо регламентації проведення евакуації у разі загрози виникнення надзвичайної ситуації .....	37
<i>Добростан О.В., Самченко Т.В., Ратушний О.В.</i> Створення обладнання для визначення поведінки покриттів для підлог під час горіння з використанням джерела теплового випромінювання .....	39
<i>Дягілев К.А., Афанасенко К.А.</i> Оцінка пожежної небезпеки при утворенні фрикційних іскор під час механічної обробки металів .....	42
<i>Іваненко В.С.</i> Фактори вразливості об'єктів перед терористичними нападами та шляхи їх подолання .....	44

<b>Бандурян Б.Б., Іванова Ю.В., Колосков В.Ю., Колоскова Г.М.</b>	
Виявлення та ідентифікація уражуючих об'єктів методами інфрачервоного сканування .....	218
<b>Басманов О.Є., Карпова Д.І.</b> Визначення щільності теплового потоку від резервуарів з нафтопродуктами, що горять .....	220
<b>Басманов О.Є., Олійник В.В.</b> Моделювання охолодження водою стінки резервуара з нафтопродуктом в умовах пожежі .....	222
<b>Бородич П.Ю., Пишний О.В.</b> Розробка імітаційної моделі оперативного розгортання особового складу пожежно-рятувального автомобіля з установкою на пожежний гідрант в умовах низьких температур .....	224
<b>Бородич П.Ю., Тряпкін К.Д.</b> Багатофакторна імітаційна оцінка оперативного розгортання особового складу пожежно-рятувального автомобіля з установкою на пожежний гідрант в умовах низьких температур .....	226
<b>Грищенко Д.В., Шахов С.М.</b> Виявлення впливу модифікованих добавок на вогнегасні властивості компресійної піни .....	228
<b>Дубінін Д.П., Гончарук М.В.</b> Математична модель заповнення водою ствола установки пожежогасіння .....	230
<b>Квак Ю.В.</b> Судова експертиза у розслідуванні надзвичайних ситуацій .....	232
<b>Колесніков Д.В., Кісь О.О., Савчук В., Жила Є.В.</b> Розробка конструкції мобільної установки для гасіння пожеж тонкорозпиленою водою .....	234
<b>Колесніков Д.В., Савчук В., Кісь О.О., Жила Є.В.</b> Спосіб розпилення потоку вогнегасної рідини .....	236
<b>Компан В.В., Федоренко Д.С.</b> Виклики та перспективи впровадження пневматичних рятувальних подушок в Україні .....	238
<b>Кришталь В.М., Будзінський О.П., Чуєв В.Д.</b> Міжнародний досвід та стандарти комплектування аварійно-рятувальної техніки .....	240
<b>Куренін В.М.</b> Органи управління цивільного захисту міста: функції та задачі .....	243
<b>Курило А.Г.</b> Надзвичайні ситуації в резервуарних парках в умовах воєнних дій: особливості та виклики .....	245
<b>Кустов М.В., Карнов А.А., Яужева О.О.</b> Електромагнітний метод виявлення вибухонебезпечних матеріалів .....	247
<b>Лозов'юк І.В., Грицина І.М.</b> Застосування ризик-орієнтованого підходу до тактичних дій оперативно-рятувальних служб при аваріях на об'єктах зберігання нафтопродуктів .....	249
<b>Мельник В.О., Ведула С.А.</b> Полістпас як засіб рятування постраждалих з відємної висоти .....	251
<b>Мельниченко А.С.</b> Методика визначення мінімальних показників обплетення та сердечника статичних мотузок згідно з вимогами стандарту EN 1891:1998.....	253
<b>Мельниченко А.С., Іваненко Я.С.</b> Методика вимірювання максимальної сили ривка та оцінка кількості витриманих ривків статичної мотузки згідно з вимогами стандарту EN 1891-1998.....	255
<b>Неклонський І.М.</b> Структурно-функціональна модель взаємодії при ліквідації наслідків НС .....	257
<b>Овсій О.М., Овсій Д.М.</b> Про основний критерій при проектуванні захисних споруд цивільного захисту з урахуванням необхідної (вимушеної) евакуації з існуючих будівель і споруд .....	259
<b>Остапов К.М.</b> Розробка проекту удосконалення візка підвагонного гасіння з розпилювачем гелеутворюючих складів.....	261
<b>Остапов К.М.</b> Розробка стенду випробувань вогнегасної ефективності гасіння модельних пожеж нейтральними газами .....	263

*Наукове видання*

*«Problems of Emergency Situations»*

*Матеріали  
Міжнародної науково-практичної конференції  
14 травня 2025 року*

**Problems of Emergency Situations:** Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Черкаси: Національний університет цивільного захисту України, 2025. 468 с.

*За зміст вміщених у збірник матеріалів  
персональну відповідальність несуть автори*

Відповідальний за випуск Ю.А. Отрош  
Технічні редактори Н.В. Рашкевич, Ю.А. Отрош

---

Підписано до друку 25.04.2025 Формат А4 (60 x 84 1/8)  
Гарнітура Times New Roman. Тир. 100  
Обл. –вид. арк. 30,87. Ум. друк. арк. 54,29

Надруковано «ФОП» Супрун Т. О.»

Дата та номер запису в Єдиному державному реєстрі

23.09.2024 р. № 2010350000000647670

Україна, 61007 м. Харків, вул. Миру, 32.

Тел. 096 132 53 75