



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

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



«Надзвичайні ситуації: безпека та захист»

***Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної
конференції з міжнародною участю***

26 – 27 жовтня 2023 року

Черкаси – 2023

Рекомендовано до друку вченою радою факультету пожежної безпеки
Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України
(протокол № 1 від 12 жовтня 2023 р.)

Дозволяється публікація матеріалів збірника у відкритому доступі
експертною комісією інституту з питань таємниці
(протокол № 11 від 13 жовтня 2023 р.)

Надзвичайні ситуації: безпека та захист: Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Черкаси: ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2023. – 240 с.

Редакційна колегія

Віктор ГВОЗДЬ – кандидат технічних наук, професор, начальник ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ;

Петро ВОЛЯНСЬКИЙ – доктор наук з державного управління, професор, начальник Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту;

Олег МИРОШНИК – доктор технічних наук, професор, заступник начальника ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ з навчальної та наукової роботи;

Віталій КОВАЛЕНКО – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, заступник начальника Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту;

Олександр ТИЩЕНКО – доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ;

Валентин МЕЛЬНИК – кандидат технічних наук, доцент, начальник факультету пожежної безпеки ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ, **відповідальний секретар конференції**;

Андрій БЕРЕЗОВСЬКИЙ – кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри безпеки об'єктів будівництва та охорони праці ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ, **секретар конференції**;

Олена КИРИЧЕНКО – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри пожежно-профілактичної роботи ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ;

Костянтин МИГАЛЕНКО – кандидат технічних наук, доцент, заступник начальника факультету – начальник кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ;

Сергій КАСЯРУМ – кандидат педагогічних наук, доцент, начальник кафедри вищої математики та інформаційних технологій ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ.

У збірнику подані матеріали доповідей за такими тематичними напрямками: прикладні наукові аспекти прогнозування та запобігання надзвичайним ситуаціям; технології пожежної та техногенної безпеки; інформаційні технології в попередженні та ліквідації надзвичайних ситуацій; теоретичні та практичні аспекти охорони праці в галузі цивільної безпеки.

АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК

Анатолій АЛЕКСЄЄВ.....	117	С. ЄРЕМЕНКО.....	69,155
Олена АЛЕКСЄЄВА.....	117	О. ЄРЬОМА	57
Д. БАБЕНКО	29	Олександр ЖИХАРЄВ.....	7
Ярослав БАЛЛО.....	7	Олександр ЗАЗИМКО.....	36
Руслан БАРВІНОК.....	177,184	Наталія ЗАЙКА.....	26,27,202
І. БАШУК.....	168,195	Петро ЗАЙКА.....	26,202
О. БЕДРАТЮК.....	29	Л. ЗАПОЛЬСЬКИЙ.....	29
Вадим БЕНЕДЮК.....	107,109	Олег ЗЕМЛЯНСЬКИЙ.....	34,119
О. БИКОВА	69	Микола ЗМАГА.....	32
Артем БИЧЕНКО.....	49,157	Яна ЗМАГА.....	32
К. БІЛОУСОВА	196	Олександр ЗОБЕНКО.....	34
Олександр БЛАЩУК.....	116	Л. ІЛЛАРІОНОВА.....	202
О. БОЙКО.....	111	Павло ІЛЛЮЧЕНКО.....	36
Андрій БОРИСОВ	122	Н. ІЛЬІНА.....	29
А. БОРИСОВА.....	144	Н. ІЛЬЧЕНКО	128
Олена БОРСУК.....	9	Віталій КАЙДАШ.....	59
К. БУТЕНКО.....	32	Л. КАЛИНЕНКО.....	204
І. ВАСИЛЬЄВ	198,200	Сергій КАСЯРУМ.....	174
Сергій ВЕДУЛА	57	Н. КАСЬОНКІНА	39
Ігор ВЕЛИКИЙ.....	9,186	А. КАТУНІН	41
Є. ВЛАСЕНКО.....	170	Євген КИРИЧЕНКО.....	120,126
Марина ВОЛОДЧЕНКО.....	36	Данило КИСЛИЙ.....	175
Віктор ГВОЗДЬ.....	11,34	Р. КЛИМАСЬ.....	43
Даніель ГЕОРГІЄВСЬКИЙ.....	126	В. КОВАЛЕНКО.....	144
Світлана ГОЛІКОВА.....	77	Андрій КОВАЛЬОВ.....	45,75
Сергій ГОЛОВЧЕНКО.....	13	Вікторія КОВБАСА	120,126
І. ГОЛУБЕЦЬ.....	200	Анатолій КОДРИК.....	122
О. ГОМОНОВИЧ	216	С. КОЖЕВНІКОВА.....	47
С. ГОНЧАР	113,115	Н. КОЗЯР.....	126
Микола ГОРДЄЄВ.....	36	Денис КОЛЕСНІКОВ.....	157
Н. ГРЕЧКА	207	О. КОЛОМІЙЦЕВ.....	41
Ю. ГУЛИК.....	128	Дмитро КОПИТІН.....	175
Вікторія ДАГІЛЬ	180	О. КОРОЛЬОВА	128
А. ДЕМКІВ	170	Тетяна КОСТЕНКО.....	207
Владислав ДЕНДАРЕНКО.....	172	Олеся КОСТИРКА.....	27
Юрій ДЕНДАРЕНКО	15,116	О. КОСТЮК	189
Валентин ДИВЕНЬ.....	15,116	Д. КОСТЮЧУК.....	79
О. ДІБРОВА	113	Р. КОСТЯНИЙ	208
О. ДОБРОСТАН.....	18,137	О. КОТИЧЕНКО.....	80
Дмитро ДОБРЯК	20	Наталія КРАВЧЕНКО	20
Ю. ДОЛІШНІЙ	18	Р. КРАВЧЕНКО.....	128
Андрій ДОМІНІК.....	53	Юлія КРАВЧЕНКО.....	36
Олександр ДОЦЕНКО.....	15	Є. КРИВОРУЧКО.....	24
Д. ДУБІНІН.....	22,24	Олександр КРИКУН	20
Олександр ДЯДЮШЕНКО.....	126	Д. КРИШТАЛЬ.....	195
Олександр ЄВПАК.....	11	О. КУЛАКОВ	130
Георгій ЄЛАГІН.....	117	Олег КУЛІЦА.....	62,210
В. ЄЛІСЄЄВ.....	200	Кароліна КУРІЛЬЧУК.....	9

*Д. ДУБІНІН, кандидат технічних наук, доцент, Є. КРИВОРУЧКО,
Національний університет цивільного захисту України*

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПОДРІБНЕННЯ ВОДИ У СТВОЛІ УСТАНОВКИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Розглянемо процеси, що відбуваються у задачі подрібнення води у стволі установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії [1-4]. Під час подавання води через отвір в ствол, що заповнений повітрям, вода перебуває у зрідженому стані. Під дією ударної хвилі, що розповсюджується по стволу, відбувається подрібнення води. Таким чином, маємо справу з нестационарними газодинамічними процесами в двофазному середовищі (рідина/газ). При цьому, газ є середовищем, що стискається, а вода відноситься до середовища, що не стискається. Під час подавання води у трубу поверхня рідини має чітку межу фазового розділу з повітрям, а під час дії ударної хвилі на струмінь води та воду, що розтікалась по поверхні ствола, виникають дискретні краплі води, що рухаються у потоці повітря. Звідси маємо режим течії потоку з вільною поверхнею та режим течії дискретних крапель води у потоці газу.

Програмне середовище ANSYS дозволяє провести розрахунок течії у двофазних середовищах за розглянутих умов. Ця модель базується на методі відстежування поверхні, що застосовується до фіксованої ейлерової сітки. Згідно [5], у VOF моделі єдиний набір рівнянь імпульсу використовується для рідин, а об'ємна частка кожної рідини в кожній обчислювальній комірці відстежується по всій області. Область застосування моделі VOF включає, в тому числі, заповнення рідиною газового середовища та прогнозування розпаду струменя рідини у газовому середовищі.

Рівняння нерозривності для об'ємної фракції кожної фази (газ/рідина) набуває вигляду [5]:

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

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

Об'ємна частка первинної фази обчислювалась на основі наступного обмеження [5]:

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

Об'ємна частка фази визначалась за неявною схемою дискретизації часу за рівнянням [5]:

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

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 [5]:

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

Рівняння кількості руху має вигляд [5]:

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

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

Рівняння енергії має вигляд [5]

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

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

ЛІТЕРАТУРА

9. Dubinin, D., Korytchenko, K., Lisnyak, A., Hrytsyna, I., & Trigub, V. (2018). Improving the installation for fire extinguishing with finely-dispersed water. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(10 (92), 38–43.
10. Korytchenko, K.V. et al., (2023). Comparing of the characteristics of thermal spray coating technologies: air-fuel detonation aluminum spraying onto steel with other technologies. *Functional Materials*, 30(1), 65–73.
11. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження водяного аерозолю, що створюється установкою пожежогасіння періодично-імпульсної дії. *Проблеми пожежної безпеки*. 2020. № 47. С. 29–34.
12. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження методу гасіння пожежі водяним аерозолем у приміщеннях складної конфігурації. *Проблеми пожежної безпеки*. 2019. № 46. С. 47–53.
13. *Ansys_Fluent_Theory_Guide*.

ЗМІСТ

Секція 1. Прикладні наукові аспекти прогнозування та запобігання надзвичайним ситуаціям

<i>Ярослав БАЛЛО, Роман УХАНСЬКИЙ, Олександр ЖИХАРЄВ</i> ДО ПИТАНЬ ЗАСТОСУВАННЯ ІМПУЛЬСНИХ СИСТЕМ ДИМОВИДАЛЕННЯ ДЛЯ ПІДЗЕМНИХ ПРИМІЩЕНЬ	7
<i>Олена БОРСУК, Ігор ВЕЛИКИЙ, Кароліна КУРІЛЬЧУК</i> ВИЗНАЧЕННЯ ЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ФРАГМЕНТІВ СТАЛЕВОГО ДВОТАВРА З ВОГНЕЗАХИСНИМ МІНЕРАЛОВАТНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ ПРИ ДІЇ СТАНДАРТНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПОЖЕЖІ.....	9
<i>Віктор ГВОЗДЬ, Олександр ЄВПАК, Валентин МЕЛЬНИК</i> АНАЛІЗ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ВІРОГІДНИХ РИЗИКІВ У СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ	11
<i>Сергій ГОЛОВЧЕНКО</i> ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН, ЯКІ УТВОРЮЮТЬСЯ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ.....	13
<i>Валентин ДИВЕНЬ, Юрій ДЕНДАРЕНКО, Олександр ДОЦЕНКО</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИНИКНЕННЯ І РОЗВИТКУ ПОЖЕЖ НА ВІДКРИТИХ СТОЯНКАХ АВТОТРАНСПОРТУ	15
<i>О. ДОБРОСТАН, Т. САМЧЕНКО, О. РАТУШНИЙ, Ю. ДОЛІШНИЙ</i> ВЕРИФІКАЦІЯ ТА ВАЛІДАЦІЯ РОЗРАХУНКОВОГО МЕТОДУ	18
<i>Дмитро ДОБРЯК, Олександр КРИКУН, Наталія КРАВЧЕНКО</i> ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ТИСКУ РОЗКРИТТЯ ЛЕГКОСКИДНИХ КОНСТРУКЦІЙ У ВИБУХОПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРИМІЩЕННЯХ	20
<i>Д. ДУБІНІН</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО ВИМІРЮВАННЯ ГЛИБИНИ ОБВУГЛЕННЯ (DEPTH OF CHAR) ВИРОБІВ З ДЕРЕВИНИ	22
<i>Д. ДУБІНІН</i> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПОДРІБНЕННЯ ВОДИ У СТВОЛІ УСТАНОВКИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ	24
<i>Наталія ЗАЙКА, Петро ЗАЙКА, Костянтин МИГАЛЕНКО</i> ОСНОВНІ ВІДМІННОСТІ ВИБУХОВИХ І УДАРНИХ ВПЛИВІВ ВІД ЗВИЧАЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ, ЯКІ ВРАХОВУЮТЬСЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ БУДІВЕЛЬ	26
<i>Наталія ЗАЙКА, Олеся КОСТИРКА, А. КУЦЕЛАП</i> ПОВЕДІНКА БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ВИБУХАХ.....	27
<i>Л. ЗАПОЛЬСЬКИЙ, О. БЕДРАТЮК, Д. БАБЕНКО, Н. ІЛЬІНА</i> АКТУАЛЬНІ НАУКОВІ ПРОБЛЕМИ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В УКРАЇНІ.....	29
<i>Микола ЗМАГА, Яна ЗМАГА, К. БУТЕНКО</i> ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ НАСЕЛЕННЯ ЩОДО ДІЙ ПРИ НС	32
<i>Олександр ЗОБЕНКО, Віктор ГВОЗДЬ, Олег ЗЕМЛЯНСЬКИЙ, Д. РАДУЦЬКА,</i> РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ В МІСЦЯХ ПІДВИЩЕНИХ ПЕРЕХІДНИХ ОПОРІВ.....	34
<i>Павло ІЛЛЮЧЕНКО, Микола ГОРДЕЄВ, Олександр ЗАЗИМКО, Юлія КРАВЧЕНКО, Світлана МАСАН, Марина ВОЛОДЧЕНКО</i> ПРО УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ВИПРОБУВАНЬ КАБЕЛІВ НА ДИМОУТВОРЮВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ	36

«Надзвичайні ситуації: безпека та захист»

Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю

26 – 27 жовтня 2023 року

Надзвичайні ситуації: безпека та захист: Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Черкаси: ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2023. – 240 с.

За зміст вміщених у збірнику матеріалів відповідальність несуть автори. Тези друкуються зі збереженням авторської орфографії та пунктуації.

Підписано до друку 13.10.2023.
Обл.-вид. арк.15,5. Ум. друк. арк. 31,5.
Замовлення № 28.

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України
вул. Онопрієнка, 8, м. Черкаси, Україна, 18034