



**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

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



***«Надзвичайні ситуації: безпека та захист»***

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

***24 – 25 жовтня 2024 року***

Черкаси – 2024

УДК 543.051

Н 17

Рекомендовано до друку вченою радою факультету пожежної безпеки  
Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України  
(протокол № 1 від 24 вересня 2024 р.)

Дозволяється публікація матеріалів збірника у відкритому доступі  
експертною комісією інституту з питань таємниці  
(протокол № 11 від 17 жовтня 2024 р.)

Надзвичайні ситуації: безпека та захист: Матеріали XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Черкаси: ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2024. – 230 с.

### Редакційна колегія

**Ігор ТОЛОК** – к. пед. н., доцент, Заслужений працівник освіти України, ректор НУЦЗ України;

**Дмитро ЛЕСЕЧКО** – к. т. н., т. в. о. начальника ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України;

**Віталій КОВАЛЕНКО** – к. т. н., с. н. с., заступник начальника Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту з наукової роботи;

**Олександр ЗЕМЛЯНСЬКИЙ** – начальник науково-дослідного центру ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України;

**Валентин МЕЛЬНИК** – к. т. н., доцент, начальник факультету пожежної безпеки НУЦЗ України;

**Сергій ЦВІРКУН** – к. т. н., доцент, начальник факультету пожежної безпеки ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, **відповідальний секретар конференції**;

**Андрій БЕРЕЗОВСЬКИЙ** – к. т. н., доцент, начальник кафедри безпеки об'єктів будівництва та охорони праці ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, **секретар конференції**;

**Костянтин МИГАЛЕНКО** – к. т. н., доцент, начальник кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України;

**Сергій КАСЯРУМ** – к. пед. н., доцент, начальник кафедри вищої математики та інформаційних технологій ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України.

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.

© Факультет ПБ  
© ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2024

$$\bar{P}_i = \frac{2(n-i+1)}{n(n+1)} \quad (1)$$

де  $i=1, \dots, n$ ; – доля  $u$ , що відповідає  $i$ -му елементу  $x$ .

Вважаємо, що зазначений спосіб є інваріантним для розв'язання практично будь-яких розподільчих задач. Використовуючи метод теорії корисності, можна показати, що розподілення, яке отримуємо, буде найсприятливішим. Аналіз прикладів використання методу теорії корисності свідчить про те, що зазначений спосіб тим точніше, чим менший ступінь деталізації рішення, що приймається.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Терент'єва А. В. Управління надзвичайними ситуаціями з елементами кризового менеджменту. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. Дніпро, 2015. № 9. URL: <http://www.dy.nauka.com.ua/?op=1&z=881> (дата звернення: 22.08.2024).
2. Клименко Н. Г. Роль цивільного захисту у забезпеченні національної безпеки України в сучасних умовах. *Збірник наукових праць Національної академії державного управління при Президентові України*. Київ, 2015. Вип. 2. С. 165–177.

УДК 624. 042

### ОЦІНКА СТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ОСНОВІ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ СИСТЕМИ ҐРУНТ-ФУНДАМЕНТ-БУДІВЛЯ

*Р. ПУРДЕНКО, аспірант*

*Н. РАШКЕВИЧ, PhD, доцент кафедри пожежної профілактики в населених пунктах  
Юрій ОТРОШ, д-р техн. наук, професор, начальник кафедри пожежної профілактики в населених пунктах*

*Національний університет цивільного захисту України*

В умовах воєнного стану особливо важливими постають питання стійкості та надійності будівельних конструкцій, які під час вибухів, обстрілів та пожеж зазнають додаткових силових впливів. Як наслідок, можуть виникати суттєві пошкодження або, навіть, руйнування [1]. В рамках цього питання моделювання взаємодії системи ґрунт-фундамент-будівля стає важливим інструментом для оцінки стійкості будівель і забезпечення їхньої надійності в екстремальних умовах.

Підходи до оцінки стійкості будівельних конструкцій базуються на різних методологіях, що враховують фізико-механічні характеристики ґрунтів, властивості будівельних матеріалів, а також вплив зовнішніх навантажень [2, 3]. Одним із підходів є аналітичний, який використовує математичні моделі та рівняння для опису взаємодії між ґрунтом, фундаментом та будівлею. Цей підхід дозволяє досліджувати прості випадки деформації будівельних конструкцій, основ під дією навантажень, визначати розподіл напружень, оцінювати несучу здатність.

Поширення набув метод кінцевих елементів, який дозволяє моделювати складні взаємодії системи ґрунт-фундамент-будівля з урахуванням неоднорідності ґрунту, геометрії конструкцій та впливу динамічних і теплових навантажень. Результатом є детальні розрахунки для систем різної складності щодо деформацій, напружень та переміщень конструкцій.

Емпіричний підхід базується на використанні даних, отриманих із реальних спостережень, експериментів та випробувань, що часто є складним і дорогим процесом, особливо в умовах воєнного стану або екстремальних впливів.

Імітаційний підхід передбачає створення математичних або комп'ютерних моделей, які відтворюють поведінку реальної системи або процесу. У цьому підході використовується програмне забезпечення для моделювання різних сценаріїв та впливу різних факторів на систему.

У ході досліджень обраний імітаційний підхід. На базі програмного забезпечення «ЛІРА-САПР» розроблена чисельна модель та проведено чисельне моделювання лавиноподібного обвалення чотирьохповерхової стоянки для автомобілів (паркінг) при пожежі (вибуху) з врахуванням особливостей роботи ґрунтів та їх властивостей (рис. 1).

На початковому етапі була побудована тривимірна модель конструкції паркінгу, що включала основні несучі елементи, а також фундамент і ґрунтову основу. Для цього використовувалися точні геометричні параметри конструкції, матеріалів і ґрунтового середовища, які забезпечують точність і адекватність моделі.

Подальшому здійснювався вибір і налаштування фізико-механічних характеристик ґрунтів. Це дозволяє врахувати реальні умови взаємодії системи ґрунт-фундамент-будівля під дією навантажень, спричинених вибухом або пожежею.

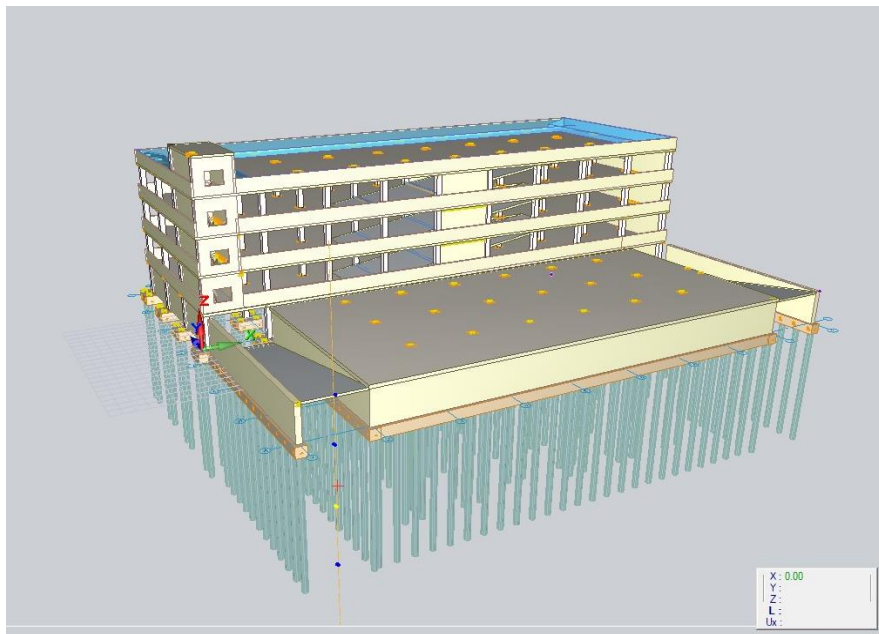


Рисунок 1 – Загальний вигляд моделі чотирьох поверхової стоянки для автомобілів (паркінг)

Наступний етап – моделювання впливу високотемпературних і силових факторів, що виникають під час пожежі або вибуху. У програмному середовищі «ЛІРА-САПР» за допомогою модуля САПФІР 3Д задаються відповідні теплові та динамічні навантаження, які імітують поширення температури та вплив ударної хвилі на конструкцію. Особливу увагу потрібно приділяти моделюванню процесу руйнування окремих елементів конструкції та їх взаємодії між собою, що дозволить відтворити лавиноподібний характер обвалення паркінгу.

Встановлено, що різноманітність ґрунтових умов та особливостей будівель вимагає індивідуального підходу до розробки моделі. Завдяки використанню модуля САПФІР 3Д можна моделювати різні сценарії впливу силових і температурних чинників, а також виявляти потенційно вразливі ділянки конструкції. Це, у свою чергу, сприяє прийняттю обґрунтованих рішень щодо підсилення конструкцій, оптимізації проектних рішень та підвищенню рівня безпеки будівельних об'єктів у складних

умовах експлуатації, особливо в умовах впливу надзвичайних ситуацій чи екстремальних навантажень.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Рашкевич Н.В. Аналіз сучасного стану попередження надзвичайних ситуацій на територіях України, які зазнали ракетно-артилерійських уражень. Комунальне господарство міст, 2023. Том 4, випуск 178. С. 232–251.

2. Пурденко Р.Р., Отрош Ю.А., Рашкевич Н.В., Сур'янінов М.Г. Моделювання стійкості та надійності системи ґрунт-фундамент-будівля при дії силових та високотемпературних впливів. Механіка та математичні методи. VI/1/2024. С.36–48.

3. Рашкевич Н.В., Отрош Ю.А. Підходи до забезпечення стійкості будівель на слабких ґрунтах. Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми інженерної механіки» Одеса: ОДАБА, 5-7 червня 2024 року. С. 87–90.

**УДК 614.844**

#### ОСОБЛИВОСТІ ВОДЯНОГО СТРУМЕНЯ НА ВИХОДІ З ПОЖЕЖНОГО СТВОЛА ЧИ НАСАДКИ

*Сергій СТАСЬ, канд. техн. наук, доцент*

*Денис КОЛЕСНИКОВ, канд. техн. наук, доцент*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля*

*Національного університету цивільного захисту України*

Найважливішими елементами систем генерування вогнегасних потоків є пристрої формування струменів – пожежні стволи (або насадки). Керувати струменями за межами пожежних стволів не має можливості. Тому особливу увагу інженерів-конструкторів слід звертати на створення таких пристроїв, які б дозволили найкращим чином забезпечувати отримання потрібних характеристик вогнегасних струменів в зоні вогнища пожежі ще на етапі їх формування у стволах. Визначальними характеристиками пристроїв формування струменів у таких випадках є їх геометричні конструктивні параметри, а також витрата рідини, тиску на вході і виході ствола, вид одержуваного струменя, його дальність, особливості застосовуваних рідин. Зроблена спроба отримання опису для поля швидкостей руху рідини по всій довжині струминоформувального каналу всередині пожежного ствола і за його межами в компактній частині струменя.

На рис. 1. показано картину руху й розпаду струменя відповідно до моделі, запропонованої Леу М. К. та співавт. [1] та уточненої Лю Х. [2].

<i>Аліна НОВГОРОДЧЕНКО, В. НОВГОРОДЧЕНКО, С. КРАВЧЕНКО</i>	
<b>МАТЕМАТИЧНЕ ОПИСАННЯ ЛІНІЙ КОНТУРІВ ОБВУГЛЕНОЇ ЗОНИ ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК ІЗ ВОГНЕЗАХИСНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ.....</b>	<b>177</b>
<i>Віталій НУЯНЗІН, Євген КОЦАР, Максим НАЛИВАЙКО, Дмитро ОРЕЛ, Валентин НАЛИВАЙКО</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС ВИБУХУ ГАЗОПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ .....</b>	<b>179</b>
<i>С. ПОТЕРЯЙКО, К. БЕЛІКОВА</i>	
<b>ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ТЕОРІЇ КОРИСНОСТІ ПІД ЧАС ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ В УМОВАХ ЗАГРОЗИ ТА ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ .....</b>	<b>182</b>
<i>Р. ПУРДЕНКО, Н. РАШКЕВИЧ, Юрій ОТРОШ</i>	
<b>ОЦІНКА СТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ОСНОВІ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ СИСТЕМИ ҐРУНТ-ФУНДАМЕНТ-БУДІВЛЯ.....</b>	<b>183</b>
<i>Сергій СТАСЬ, Денис КОЛЕСНИКОВ</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ ВОДЯНОГО СТРУМЕНЯ НА ВИХОДІ З ПОЖЕЖНОГО СТВОЛА ЧИ НАСАДКИ.....</b>	<b>185</b>
<i>Ю. ТЕРЛЕЦЬКИЙ, О. ПАЗЕН</i>	
<b>МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ НАГРІВАННЯ ПОВЕРХНІ ОСВ ПЛИТИ ДО ТЕМПЕРАТУРИ ЗАЙМАННЯ .....</b>	<b>188</b>
<i>О. ТЕСЛЕНКО, О. ДОЦЕНКО, О. КРИКУН, С. ЦИМБАЛІСТИЙ</i>	
<b>АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ДОВІДКОВО-ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ПРИДАТНИХ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ БАЗИ ДАНИХ РЕЄСТРУ ПАСПОРТІВ РИЗИКІВ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО ТА ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРУ В РЕГІОНАХ УКРАЇНИ.....</b>	<b>190</b>
<i>В. ХРИСТИЧ, М. МАЛЯРОВ, М. ВАСИЛЕНКО</i>	
<b>ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ЗОВНІШНЬОГО ТЕПЛОВИДЛЕННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ПОЖЕЖІ У ПРИМІЩЕННІ.....</b>	<b>192</b>
<i>В. ХРИСТИЧ, М. МАЛЯРОВ, Р. ВЕРЕЩАК</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ ЕВАКУАЦІЇ З ОБ'ЄКТІВ З МАСОВИМ ПЕРЕБУВАННЯМ ЛЮДЕЙ.....</b>	<b>194</b>
<i>Сергій ЦВІРКУН, Валентин МЕЛЬНИК, Д. ЯЩЕНКО, Максим УДОВЕНКО</i>	
<b>МОДЕЛЮВАННЯ ПОЖЕЖІ В ІДАЛЬНІ ВІЙСЬКОВОГО ЛІЦЕЮ .....</b>	<b>196</b>
<i>Сергій ЦВІРКУН, Валентин МЕЛЬНИК, Д. ЯЩЕНКО, Максим УДОВЕНКО</i>	
<b>РОЗРАХУНОК ЧАСУ ЕВАКУАЦІЇ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ З ІДАЛЬНІ ВІЙСЬКОВОГО ЛІЦЕЮ .....</b>	<b>198</b>
<i>О. ШЕВЧЕНКО, І. РУЩАК, Р. ШЕВЧЕНКО</i>	
<b>ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ QR – КОДУВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ НЕБЕЗПЕКИ НС НА ОБ'ЄКТАХ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ.....</b>	<b>202</b>

**Секція 4. Теоретичні та практичні аспекти охорони праці в галузі цивільної безпеки**

<i>О. БЕДРАТЮК, Ю. ДОЛІШНІЙ</i>	
<b>ЩОДО ВПЛИВУ ТОКСИЧНОСТІ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ НА ЛЮДИНУ .....</b>	<b>203</b>
<i>Ю. ГАПОН</i>	
<b>ЗАГАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ОХОРОНИ ПРАЦІ ГАЛЬВАНІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ .....</b>	<b>204</b>
<i>Марія ГОНЧАРУК, Іван ІЩЕНКО</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ НЕБЕЗПЕКИ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ШКІДЛИВОСТІ ТА НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА .....</b>	<b>206</b>