

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"



## **Збірник**

**XVI Міжнародної науково-методичної конференції,  
«БЕЗПЕКА ЛЮДИНИ У СУЧАСНИХ УМОВАХ»  
Харків, Україна, 6 - 7 грудня 2024 р.**

## **Collection**

**XVI International Scientific and Methodological Conference,  
«HUMAN SAFETY IN MODERN CONDITIONS»  
Kharkiv, Ukraine, December 6 - 7, 2024**

**Харків, Україна 2024**

УДК 614.8:574.2

Збірник доповідей XVI Міжнародної науково-методичної конференції Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут” «БЕЗПЕКА ЛЮДИНИ У СУЧАСНИХ УМОВАХ», 6 – 7 грудня 2024 р., НТУ «ХПІ», – Харків, 2024. – 172 с.

У збірнику наводяться тези доповідей науковців, викладачів, студентів 1 – 3-го освітнього рівнів навчання та інших фахівців, які працюють та навчаються за напрямком безпека життя та здоров'я людини.

Матеріали конференції висвітлюють проблеми безпеки життєдіяльності людини. Учасники міжнародної конференції у своїх доповідях торкалися питань, які зараз є найбільш актуальними для людей: питання безпеки населення під час війни та військових операцій в Україні, збереження життя та здоров'я людей у тилу та на фронті, забезпечення життя та умов проживання переміщених осіб; питання техногенних небезпек, сільського господарства, транспорту та довкілля, У доповідях розглянуто сучасні технології, пов'язані із захистом природи та людини, роль інформаційних та експертних систем у вирішенні питання безпеки життєдіяльності. Наукові доповіді, наведені у збірнику, можуть бути корисними для вчених, викладачів вузів, аспірантів, студентів та слухачів курсів підвищення кваліфікації.

The book presented scientific theses of scientists, teachers, students of the 1st - 3rd of educational level and other specialists who work and study on the issues of life safety and human health.

The materials of the conference highlight the problems of human life safety. In their reports, the participants of the international conference raised issues that are currently the most urgent for people: the issue of public safety during the war and hostilities in Ukraine, the preservation of life and health of people in the rear and at the front, ensuring the life and living conditions of displaced persons; issues of man-made hazards, agriculture, transport and the environment. The reports consider modern technologies related to the protection of nature and people, the role of information and expert systems in solving life safety issues. The scientific reports presented in the collection can be useful to scientists, university teachers, graduate students, students and students of advanced training courses.

*Статті друкуються у авторській редакції і відповідність за їх редагування несуть автори. Оргкомітет конференції претензії з цього приводу не приймає.*

*Articles published in author's edition and responsibility for editing them are the authors. Organizing Committee does not accept claims on this matter.*

Збірник статей упорядкували :	Березуцький В. В. Ільїнська О. І. Шпак І.С.
Відповідальний за випуск:	Вамболь С. О.

XVI МІЖНАРОДНА НАУКОВО-МЕТОДИЧНА ІНТЕРНЕТ – КОНФЕРЕНЦІЯ  
«БЕЗПЕКА ЛЮДИНИ У СУЧАСНИХ УМОВАХ»,  
6-7 грудня 2024 р., НТУ «ХП»

**СОКОЛ Є. І.** – професор, ректор Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна, **голова конференції**

**ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ**

Марченко А. П. – професор, проректор з наукової роботи, НТУ «ХП», Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна, **голова програмного комітету**

Єпіфанов В. В. – професор, директор навчально-наукового інституту механічної інженерії і транспорту НТУ «ХП», м. Харків

**ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ**

Лісачук Г.В. – професор, заступник завідувача науково дослідної частини Національного технічного університету «ХП», м. Харків **голова оргкомітету конференції**

Березуцький В.В. – професор, кафедри «Безпека праці та навколишнього середовища» НТУ «ХП», м. Харків, **заступник голови оргкомітету конференції**

Вамболь С.О. – професор, зав. кафедри «Безпека праці та навколишнього середовища» НТУ «ХП», м. Харків

Борис Блюхер – професор, університет Штату Індіана, США

Джозеф Риствей – професор, проректор, університет м. Жиліна, Словаччина

Беліков А.С. – професор, зав. кафедри університету будівництва та архітектури, м. Дніпро

Єременко С.А. – професор, заст. нач. Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, м. Київ

Кружилко О.Є. – професор, заступник директора ННДІ ПБ та ОП, м. Київ

Нагурський О.А. – професор, зав. кафедри цивільної безпеки НТУ «Львівська політехніка», м. Львів

Сукач С.В. – професор, зав. кафедри цивільної безпеки, охорони праці, геодезії та землеустрою КрНУ ім. М. Остроградського

Уваров Ю.В. – голова підкомісії НМК МОН України з ЦБ, нач. відділу внутр. забезпечення якості вищої освіти НМЦ, м. Харків

Чеберячко С.І. – професор, заст. зав. кафедри охорони праці та цивільної безпеки НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро

Яворська О.О. – професор, директор ННІ Природокористування, НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро

**СЕКРЕТАРІАТ**

Льїнська О.І. – доцент кафедри «БПтаНС», НТУ «ХП», **відповідальний секретар конференції**

Семенов Є.О. – доцент кафедри «БПтаНС», НТУ «ХП»

Шпак І.С. – інженер 1 категорії кафедри «БПтаНС», НТУ «ХП»

Танкова О.М. – ст. лаборант кафедри «БПтаНС», НТУ «ХП»

## ЗМІСТ

ОГЛЯД.....	9
<b>1.ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПІД ЧАС ВІЙНИ ТА ВІЙСЬКОВИХ ОПЕРАЦІЙ.....</b>	<b>13</b>
Система управління охороною праці в період війни .....	13
Використання дронів на війні та в цивільному житті .....	15
Вивчення умов перебування людини в захисних спорудах цивільного захисту під час нанесення противником авіаційних ударів .....	17
Ризики навчання в університеті під час військового стану.....	19
Психологічна безпека в умовах війни .....	21
Прямі і непрямі фінансові витрати при виробничому травматизмі і плинності кадрів .....	23
Математична модель розповсюдження важких газів у повітрі при примусовому осадженні.....	25
Непрямий вплив воєнних дій на здоров'я населення України.....	27
Психологічна безпека здобувачів освіти в умовах війни .....	29
Порівняльний аналіз систем оповіщення цивільного захисту в Україні, Великій британії, Ізраїлі .....	31
Дослідження впливу інформаційного забруднення в Україні під час воєнних дій .....	33
Сонячна енергетика у Харківській області.....	35
Вплив війни на навколишнє середовище .....	37
Травматизм та профзахворюваність у нафтогазовій галузі України в умовах воєнного стану.....	40
Деякі аспекти проблем життєдіяльності цивільного населення під час війни.....	42

## ЛІТЕРАТУРА

1. Мезенцева, І. О., Кузьменко, О. О., Труш, О. О., Вамболь, С. О. (2023). Аналіз причин виробничого травматизму та шляхів його зниження в сучасних реаліях. Проблеми охорони праці в Україні, 39 (3–4), 8–14. <https://journal-ndipbop.com/index.php/journal/article/download/82/76>
2. Кузьменко, О. О., Мезенцева, І. О., Вамболь, С. О., Мезенцев, С. М. (2024). Зниження виробничого травматизму як шлях вирішення проблеми дефіциту кадрів і зменшення ризиків в енергетиці. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Енергетика: надійність та енергоефективність, № 1 (8), 55–63. <http://erec.khpi.edu.ua/article/view/303113/298992>

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ВАЖКИХ ГАЗІВ У ПОВІТРІ ПРИ ПРИМУСОВОМУ ОСАДЖЕННІ MATHEMATICAL MODEL OF HEAVY GASES PROPAGATION IN AIR DURING FORCED DEPOSITION

*Ад'юнкт Лесько А.С.,*

*науковий керівник к.т.н., доцент Кулаков О.В.,*

*Національний університет цивільного захисту України, м. Харків*

**Анотація.** Запропоновано математичну модель розповсюдження в атмосфері небезпечних важких газів за допомогою розв'язання рівнянь Нав'є-Стокса з граничними умовами. Модель враховує процес примусового осадження важкого газу дрібнодисперсним потоком води, що подається з різною інтенсивністю. Осадження важкого газу здійснюється внаслідок сорбції важкого газу краплинами води.

**Ключові слова:** важкий газ, математична модель, примусове осадження, рівняння Нав'є-Стокса, сорбція

**Annotation.** A mathematical model of the propagation of hazardous heavy gases in the atmosphere is proposed by solving the Navier-Stokes equations with boundary conditions. The model takes into account the process of forced deposition of heavy gas by a finely dispersed stream of water supplied with different intensities. Heavy gas deposition is carried out as a result of heavy gas sorption by water droplets.

**Keywords:** heavy gas, mathematical model, forced deposition, Navier-Stokes equation, sorption

**Вступ.** Хімічні речовини, що використовуються в промисловості, у своїй більшості є або хімічно небезпечними або вибухонебезпечними. Внаслідок аварії може відбутися їх викид в атмосферу, воду або ґрунт, що призведе до забруднення довкілля та загрози здоров'ю живих істот. Аварії можуть призвести до значних матеріальних збитків, пов'язаних з руйнуванням обладнання, будинків, споруд. Швидка та ефективна ліквідація аварії є першочерговою задачею підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту.

**Актуальність.** 24 лютого 2022 року розпочався відкритий воєнний напад Російської Федерації на Україну. Внаслідок бойових дій, обстрілів території незалежної

України різко збільшився ризик виникнення аварій на об'єктах з можливістю викиду небезпечних хімічних речовин.

**Математична модель розповсюдження важких газів у повітрі при примусовому осадженні.** Вважаємо, що важкий газ знаходиться в технологічному апараті під тиском. Викид газу відбувається точкове з інтенсивністю  $q$ . Хмара розповсюджується за вітром із поступовим зменшенням концентрації. Межею небезпечності хмари вважаємо місце, у якому концентрація небезпечного газу дорівнює гранично допустимій концентрації. Осадження важкого газу відбувається з довільною інтенсивністю  $I$ . Осадження починається на довільній відстані  $X_{\text{сorb}}$  від точки викиду. Ширину зони осадження позначимо  $L$ , яка. Розповсюдження небезпечного газу в повітрі описується рівнянням масо-переносу, приведеним в роботі [1].

Важкі гази мають густину більшу відносно густини повітря. Тому газ опускається униз. Звичайно швидкості руху повітряних мас (10 м/с) є значно меншими у порівнянні зі швидкістю звуку в повітрі (343 м/с). Тому газове середовище слід вважати нестисливим й рівняння Нав'є-Стокса можуть бути записані у вигляді:

$$\frac{\partial u_x}{\partial t} + u_x \frac{\partial u_x}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_x}{\partial y} + u_z \frac{\partial u_x}{\partial z} = -\frac{1}{\rho_{cl}} \frac{\partial P}{\partial x} + \nu \left( \frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u_x}{\partial z^2} \right),$$

$$\frac{\partial u_y}{\partial t} + u_x \frac{\partial u_y}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_y}{\partial y} + u_z \frac{\partial u_y}{\partial z} = -\frac{1}{\rho_{cl}} \frac{\partial P}{\partial y} + \nu \left( \frac{\partial^2 u_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u_y}{\partial z^2} \right),$$

$$\frac{\partial u_z}{\partial t} + u_x \frac{\partial u_z}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_z}{\partial y} + u_z \frac{\partial u_z}{\partial z} = -\frac{1}{\rho_{cl}} \frac{\partial P}{\partial z} + \nu \left( \frac{\partial^2 u_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u_z}{\partial z^2} \right) - \frac{\rho_{cl} - \rho}{\rho_{cl}} g,$$

де  $P$  – відхилення тиску від атмосферного  $P_0$ ;  $\nu$  – кінематична в'язкість, м<sup>2</sup>/с;  $g$  – прискорення вільного падіння;  $\rho = C + \rho_a \left( 1 - \frac{C}{\rho_{вг}} \right)$  – густина суміші повітря і важкого газу в заданій точці.

Якщо вітер має постійну швидкість, напрямком ( $u_x = \text{const}$ ,  $u_y = \text{const}$ ) й однаковий тиск, то рівняння Нав'є-Стокса спрощуються:

$$\frac{\partial u_z}{\partial t} + u_x \frac{\partial u_z}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_z}{\partial y} + u_z \frac{\partial u_z}{\partial z} = \nu \left( \frac{\partial^2 u_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u_z}{\partial z^2} \right) - \frac{\rho_{cl} - \rho}{\rho_{cl}} g.$$

Початковою умовою є відсутність важкого газу у повітрі в момент початку його витоку:  $C(x, y, z, 0) = 0$ , а крайовою умовою на поверхні землі – її непроникність для важкого газу  $\frac{\partial}{\partial z} C(x, y, 0, t) = 0$ .

**Висновок.** Розповсюдження важкого газу в повітрі описується системою двох диференціальних рівнянь.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Melnichenko A., Kustov M., Basmanov O., Tarasenko O., Bogatov O., Kravtsov M., Petrova O., Pidpala T., Karatieieva O., Shevchuk N. Devising a procedure to forecast the level of chemical damage to the atmosphere during active deposition of dangerous gases. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. Volume 1 (10 (115)). P. 31–40. DOI: [10.15587/1729-4061.2022.251675](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.251675).

## НЕПРЯМИЙ ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ INDIRECT IMPACT OF MILITARY ACTIONS ON THE HEALTH OF THE RESIDENTS OF UKRAINE

*К.т.н, доцент. Максименко О.А., Музикіна О.А.*

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,*

*м. Харків*

**Анотація.** У статті наведено підсумки аналізу впливу воєнних дій на здоров'я населення України.

**Ключові слова:** Україна, воєнні дії, вплив на здоров'я.

**Annotation.** The article provides the results of the analysis of the impact of military actions on the health of the population of Ukraine.

**Keywords:** Ukraine, military actions, ecosystems impact on health..

**Вступ.** При аналізі ризиків для населення України в наслідок військових дій, необхідно також враховувати непрямий вплив на життя та здоров'я людей.

**Актуальність.** За період з 24 лютого 2022 по 1 лютого 2024 року тільки у в Запорізькій області було зафіксовано 147 ракетний обстріл . І це тільки данні по одній області, хоча з початку війни від ракетних обстрілів страждає вся територія України. Кожний обстріл може супроводжуватися загибеллю або травмуванням людей, руйнуванням об'єктів, інфраструктури. Крім прямого впливу на життя та здоров'я людей, треба врахувати непрямий ризик військових дій для людини.

**Аналіз непрямого впливу воєнних дій на здоров'я людей.**