

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**



**ПРОБЛЕМИ ОХОРОНИ ПРАЦІ,
ПРОМИСЛОВОЇ ТА ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ**

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

**XXXI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-МЕТОДИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
(з участю студентів)**

**КИЇВ КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО
2024**

МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ**

**КАФЕДРА ОХОРОНИ ПРАЦІ,
ПРОМИСЛОВОЇ ТА ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ**

**ПРОБЛЕМИ ОХОРОНИ ПРАЦІ,
ПРОМИСЛОВОЇ ТА ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ**

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

**XXXI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-МЕТОДИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
(з участю студентів)**

ПРОГРАМА ТА НАУКОВІ ПРАЦІ УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ

13 листопада 2024 р.

Форма проведення конференції: заочна

ISBN 978-966-934-622-3
УДК 331(45+1)+614:82-5
П78

Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки: Збірник матеріалів XXXI Всеукраїнської науково-методичної конференції (з участю студентів), м. Київ, 13 листопада 2024 р. – Електронне видання. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 139 с.

У збірнику представлено програму та наукові праці учасників XXXI Всеукраїнської науково-методичної конференції (з участю студентів) «Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки», що відбулася в заочній формі в м. Києві 13 листопада 2024 р.

Наведено результати наукових досліджень у сфері охорони праці та безпеки на виробництві, безпеки життєдіяльності, екологічної безпеки та цивільного захисту в умовах воєнного стану, методичні матеріали щодо викладання дисциплін «Охорона праці та цивільний захист», «Безпека життєдіяльності та цивільний захист», «Екологічна безпека та цивільний захист», «Екологічна та природно-техногенна безпека» у закладах вищої освіти.

Оргкомітет конференції:

Левченко О. Г., докт. техн. наук, проф., зав. каф. ОППЦБ (голова)

Полукаров Ю. О., канд. техн. наук, доц. (співголова)

Мітюк Л. О., ст. викладач (член оргкомітету)

Дата проведення конференції – 13 листопада 2024 року

Організатори проведення конференції – Міжнародна академія безпеки життєдіяльності та кафедра охорони праці, промислової та цивільної безпеки КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Рецензент: Розен В. П., докт. техн. наук, проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського. Матеріали конференції розглянуто і схвалено на засіданні кафедри охорони праці, промислової та цивільної безпеки (протокол № 3 від 13.11.2024 р.).

Збірник сформовано із представлених в електронному вигляді авторських оригіналів.

Матеріали конференції друкуються в авторській редакції мовою оригіналу. Відповідальність за фактичні помилки, достовірність і точність інформації, автентичність цитат, плагіат, правильність фактів та посилань несуть автори.

Редакційна колегія може не поділяти точки зору авторів.

© Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського, 2024

© Журфонд, 2024

ЗМІСТ

ЗМІСТ	4
ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ.....	6
<i>Holovko D. S., Mitiuk L. O.</i> IMPACT OF SOLAR PANEL MANUFACTURING PROCESSES ON THE CONCENTRATION OF NO _x IN THE ATMOSPHERE.....	9
<i>Ivaniuk V. V., Mitiuk L. O.</i> MAINTENANCE AND USE OF PROTECTIVE STRUCTURES	16
<i>Levchenko O. G., Polukarov Yu. O., Zemlyanska O. V.</i> PRECAUTIONARY MEASURES FOR HIGH-RISK FACILITIES: NEW CHALLENGES AND STRATEGIES	19
<i>Балобан А. Ю., Арламов О. Ю.</i> БЕЗПЕКА ПРАЦІ ПІД ЧАС ТЕСТУВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБ'ЄКТА.....	23
<i>Березуцький В. В., Халіль Рита Ісса</i> РИЗИКИ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ ПІД ЧАС ВІЙНИ.....	29
<i>Біляєв М. М., Біляєва В. В., Берлов О. В.</i> ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ПРИ ЕМІСІЇ НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН	32
<i>Бойко В. В., Ган А. Л., Войтенко Ю. І., Хлевнюк Т. В., Ган О. В.</i> ГУМАНІТАРНЕ РОЗМІНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ	35
<i>Борук С. Д.</i> ЕКОЛОГІЧНО ПРИЙНЯТНІ ШЛЯХИ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ.....	39
<i>Васюк П. Р., Полукаров О. І.</i> СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГУ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ: РОЗРОБКА СИСТЕМ, ОТРИМАНИХ ДАНИХ З ДАТЧИКІВ, РЕЖИМІВ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ ТА ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЇ.....	46
<i>Гавриш С. А., Гавриш А. С., Єрко О. В.</i> РЕЄСТРАЦІЯ, ТЕХНІЧНЕ ОПОСВІДЧЕННЯ І ДОЗВІЛ НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ПАРОВИХ І ВОДОГРІЙНИХ КОТЛІВ.....	53
<i>Ган А. Л., Ган О. В., Сергієнко М. І., Іванюк В. В., Ніколайчук А. О.</i> ПЕРСПЕКТИВНІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ СПОРУД ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	60
<i>Денисова Н. М., Буяльська Н. П.</i> ДО ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ РАЦІОНУ ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНОГО ХАРЧУВАННЯ ПРАЦІВНИКІВ ЗІ ШКІДЛИВИМИ ТА НЕБЕЗПЕЧНИМИ УМОВАМИ ПРАЦІ	65
<i>Калда Г. С., Тхужевська-Цесляк Б., Живець Я.</i> СУЧАСНІ АСПЕКТИ МІЖНАРОДНОГО ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ	71
<i>Качинська Н. Ф., Полукаров О. І., Полукаров Ю. О.</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИКОНАННЯ І ПЕРЕВІРКИ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ ЗА ДОПОМОГОЮ МОЖЛИВОСТЕЙ ПЛАТФОРМИ MOODLE	77
<i>Каптанов С. Ф., Демчук Г. В., Сиваченко В. А.</i> ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕК ПРИ ОЦІНЦІ РИЗИКІВ МАШИН ТА УСТАТКУВАННЯ.....	81
<i>Кружилко О. Є., Володченкова Н. В., Рябуха О. О., Полукаров Ю. О.</i> ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КРИТЕРІЯ ГУРВИЦЯ ПРИ ПЛАНУВАННІ ЗАХОДІВ З УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	86
<i>Левченко О. Г., Полукаров Ю. О., Ільчук О. С.</i> ІОНІЗАЦІЯ ПОВІТРЯ ПРИ ДУГОВОМУ ЗВАРЮВАННІ	90
<i>Нестер А. А., Мітюк Л. О.</i> ОКРЕМІ ПИТАННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	98

<i>Олефір І. Д., Третьякова Л. Д.</i> КУЛЬТУРА БЕЗПЕКИ – БАЗОВА СКЛАДОВА УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ.....	104
<i>Полукаров О. І., Качинська Н. Ф., Полукаров Ю. О., Васюк П. Р.</i> ДОСВІД І ПРАКТИКА СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ДИСТАНЦІЙНИХ КУРСІВ У ВЕБ-СЕРЕДОВИЩІ MOODLE	109
<i>Прозор А. В., Демчук Г. В.</i> МІНІМІАЦІЯ РИЗИКІВ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ МАТРИЧНИХ СКАФOLDІВ НИРОК ШЛЯХОМ ДЕЦЕЛЮЛЯРИЗАЦІЇ	112
<i>Речун А. Г., Полукаров Ю. О.</i> ПРОБЛЕМА ТА НАСЛІДКИ ПЕРЕПРАЦЮВАННЯ НА РОБОТІ	118
<i>Сенюк Є. О., Мітюк Л. О., Праховнік Н. А.</i> КРИПТОГРАФІЧНІ АЛГОРИТМИ ШИФРУВАННЯ ТА ЕЦПІ.....	122
<i>Соболев А. С.</i> БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА АТОМНІЙ СТАНЦІЇ.....	126
<i>Третьякова Л. Д., Гомзік Б. М.</i> ЗАГРОЗИ ТЕРИТОРІЇ ВІД МІНУВАННЯ ТА ОБСТРІЛІВ	129
<i>Філіпович М. О.</i> КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ БЛИСКАВКО ЗАХИСТУ БУДИНКУ	133

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ

13 листопада 2024 р. – день роботи конференції

- 10.00 – Відкриття конференції. Привітання учасників конференції. *О. Г. Левченко* – голова оргкомітету.
- 10.10 – Іонізація повітря при дуговому зварюванні. *Левченко О. Г., Полукаров Ю. О., Ільчук О. С.*
- 10.25 – Ризики для населення під час війни. *Березуцький В. В., Халіль Р. І.*
- 10.40 – Особливості застосування критерія Гурвиця при плануванні заходів з управління охороною праці на підприємстві. *Кружилко О. Є., Володченкова Н. В., Рябуха О. О., Полукаров Ю. О.*
- 10.55 – Вдосконалення процесу дистанційного виконання і перевірки практичних робіт за допомогою можливостей платформи Moodle. *Качинська Н. Ф., Полукаров О. І., Полукаров Ю. О.*
- 11.10 – Екологічно прийнятні шляхи в умовах військового стану рекультивації полігонів твердих побутових відходів. *Борук С. Д.*
- 11.20 – Окремі питання вдосконалення цивільного захисту населення в умовах воєнного стану. *Нестер А. А., Мітюк Л. О.*
- 11.30 – Сучасні аспекти міжнародного цивільного захисту. *Калда Г. С., Тхужевська-Цесляк Б., Живець Я.*
- 11.40 – Безпека життєдіяльності після аварії на атомній станції. *Соболев А. С.*
- 11.50 – Precautionary measures for high-risk facilities: new challenges and strategies. *Levchenko O. G., Polukarov Yu. O., Zetlyanska O. V.*
- 12.05 – Реєстрація, технічне опосвідчення і дозвіл на експлуатацію парових і водогрійних котлів. *Гавриш С. А., Гавриш А. С., Єрко О. В.*
- 12.15 – Гуманітарне розмінування територій зарядами піновибухівки. *Бойко В. В., Ган А. Л., Войтенко Ю. І., Хлевнюк Т. В., Ган О. В.*
- 12.25 – Досвід і практика створення та використання дистанційних курсів у веб-середовищі Moodle. *Полукаров О. І., Качинська Н. Ф., Полукаров Ю. О., Васюк П. Р.*
- 12.35 – Концепція побудови системи блискавкозахисту будинку. *Філіпович М. О.*
- 12.50 – Перспективні конструктивні рішення споруд подвійного призначення. *Ган А. Л., Ган О. В., Сергієнко М. І., Іванюк В. В., Ніколайчук А. О.*
- 13.00 – Перерва.
- 13.15 – Ідентифікація небезпек при оцінці ризиків машин та устаткування. *Каштанов С. Ф., Демчук Г. В., Сиваченко В. А.*
- 13.25 – Чисельне моделювання забруднення довкілля при емісії небезпечних речовин. *Біляєв М. М., Біляєва В. В., Берлов О. В.*
- 13.35 – Мінімізація ризиків технології отримання матричних скафолдів нирок шляхом децелюляризації. *Прозор А. В., Демчук Г. В.*
- 13.50 – Культура безпеки – базова складова управління ризиками. *Олефір І. Д., Третьякова Л. Д.*
- 14.00 – Проблема та наслідки перепрацювання на роботі. *Речун А. Г., Полукаров Ю. О.*
- 14.15 – Створення інтелектуальних систем моніторингу виробничих процесів: розробка систем, отриманих даних з датчиків, режимів роботи обладнання та попередження аварії. *Васюк П. Р., Полукаров О. І.*
- 14.30 – Impact of solar panel manufacturing processes on the concentration of NO_x in the atmosphere. *Holovko D. S., Mitiuk L. O.*
- 14.40 – Загрози території від мінування та обстрілів. *Третьякова Л. Д., Гомзік Б. М.*
- 14.50 – Безпека праці під час тестування аеродинамічних характеристик об'єкта. *Балобан А. Ю., Арламов О. Ю.*

- 15.05 – Криптографічні алгоритми шифрування та ЕЦП. *Сенюк Є. О., Мітюк Л. О.*
- 15.15 – До проблеми формування раціону лікувально-профілактичного харчування працівників зі шкідливими та небезпечними умовами праці. *Денисова Н. М., Буяльська Н. П.*
- 15.30 – Maintenance and use of protective structures. *Ivaniuk V. V., Mitiuk L. O.*
- 15.45 – Обговорення та підведення підсумків конференції.

НАУКОВІ ПРАЦІ УЧАСНИКІВ

IMPACT OF SOLAR PANEL MANUFACTURING PROCESSES ON THE CONCENTRATION OF NO_x IN THE ATMOSPHERE

Holovko D. S., stud. (gr. GN-31mp, Educational and Scientific Institute of Energy Saving and Energy Management of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute);

Mitiuk L. O., Ph.D., Ass. Prof. (Dep. LPICS of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute)

Abstract. Considered the environmental aspects of producing photovoltaic modules, including the emission of nitrogen oxides (NO_x) into the atmosphere. The main stages of the technological process and their potential contribution to air pollution are analyzed. The main stages of production are considered, sources of NO_x emissions are analyzed, and their potential impact on the environment is assessed. Measures are proposed to reduce the negative impact on the environment.

Keywords: solar panels, emissions, nitrogen oxides (NO_x), energy, air pollution, environmental impact, cleaning, selective catalytic reduction (SCR).

Анотація. Розглянуті екологічні аспекти виробництва фотоелектричних модулів, зокрема емісія оксидів азоту (NO_x) в атмосферу. Проаналізовано основні етапи технологічного процесу та їх потенційний внесок у забруднення повітря. Розглянуто основні етапи виробництва, проаналізовано джерела викидів NO_x та оцінено їх потенційний вплив на навколишнє середовище. Запропоновані заходи для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Ключові слова: сонячні панелі, викиди, оксиди азоту, енергетика, забруднення повітря, екологічний вплив, очищення, селективна каталічна редукція.

Introduction. Solar energy is one of the most promising areas of renewable energy, actively developing worldwide, and is an essential step in the fight against climate change and reducing dependence on fossil fuels. The production of solar panels involves complex technological processes, each of which is a source of nitrogen oxide (NO_x) emissions into the atmosphere.

Nitrogen oxides, such as nitrogen oxide (NO) and nitrogen dioxide (NO₂), are among the most problematic air pollutants. They play a significant role in forming photochemical smog, acid rain, and ground-level ozone, which negatively impact human health and ecosystems. In addition, NO_x is an indirect greenhouse gas contributing to global warming. In the context of solar panel production, NO_x emissions may seem paradoxical. After all, solar energy is positioned as a clean and environmentally friendly energy source. However, like any industrial process, producing photovoltaic modules is not without environmental challenges.

Analysis of the state of the issue. The production of solar panels involves several stages (Fig. 1). Solar panels themselves do not emit NO_x during electricity generation, but the production process requires measures to reduce emissions.

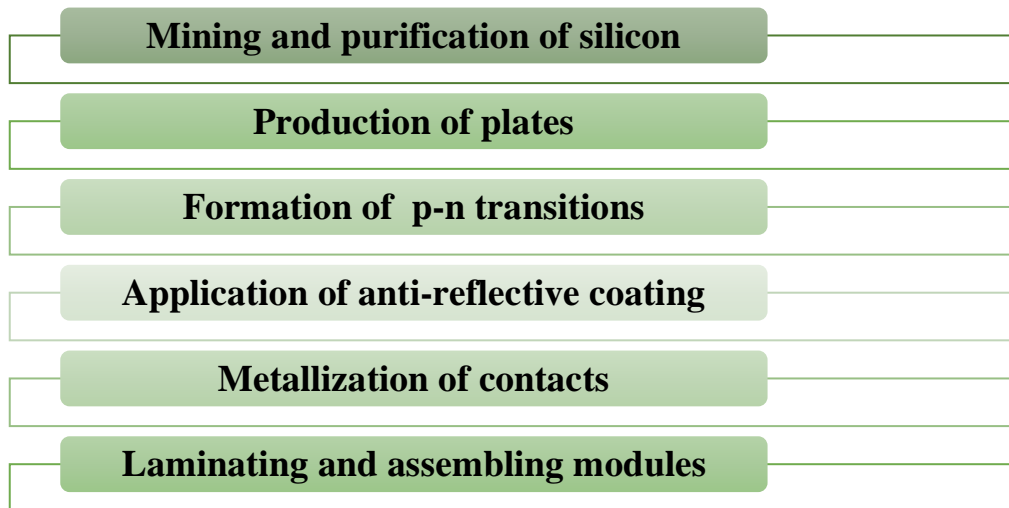


Fig. 1. Technological processes that are potential sources of NO_x emissions

Each stage is accompanied by the formation of NO_x due to high-temperature processes, the use of nitrogen-containing chemicals, or fuel combustion in power plants [2].

The purpose of the work. Identification of the main sources of NO_x emissions in the production of solar panels, assessment of NO_x concentrations at different stages of the production process, analysis of the impact of NO_x emissions on air quality, development of recommendations for reducing NO_x emissions in the production of solar panels.

Methods, materials and research results. Sources of NO_x emissions in the production of solar panels are diverse and associated with different stages of the production process. They include both direct emissions from production processes and indirect emissions related to energy consumption and logistics [1]. It is important to understand that the amount and intensity of NO_x emissions can vary significantly depending on the specific technologies, equipment, and practices used in production [2].

High temperature processes

- Smelting and purification of silicon, the amount of NO_x depends on the temperature, the time the gases stay in the high-temperature zone, and the concentration of oxygen.
- Cultivation of monocrystalline silicon.

Chemical reactions using nitrogen-containing compounds

- Diffusion process for creating p-n transitions: nitrogen-containing compounds of the POCl₃ type are used (phosphorus oxychloride), which leads to the formation of NO_x. In the interaction of POCl₃ with oxygen at high temperatures (about 800 - 900 °C), nitrogen oxides are formed as by-products.
- Surface texturing of silicon wafers: When HNO₃ reacts with silicon, nitrogen oxides are formed, which can evaporate and enter the atmosphere.

Fuel burning at power stations

- Production of electricity for production needs: if production uses electricity from traditional sources (for example, coal-fired power plants), this indirectly leads to NO emissions. In the process of burning coal, both “thermal NO_x” and “fuel NO_x” (from nitrogen-containing compounds of coal) are produced.
- Use of natural gas for heating: When natural gas is burned, mainly “thermal NO_x” is formed, but “fast NO_x” can also be formed through the reaction of atmospheric nitrogen with hydrocarbon radicals.

Cleaning processes

- Plasma chemical vapor deposition (PECVD): This process used to apply anti-reflective coatings can produce NO_x, especially when nitrogen-containing gases are used. During the decomposition of such gases in the plasma, active forms of nitrogen are formed, which then react with oxygen, forming NO_x.

Coating processes

- The use of nitric acid or other nitrogen-containing compounds to clean equipment and materials can be a source of NO_x emissions. When nitric acid interacts with organic contaminants or metals, oxides can form nitrogens that evaporates into the atmosphere.

Modern technologies and emission control methods can significantly reduce NO_x emissions compared to earlier production processes. For example, using catalytic converters, optimizing combustion processes, using alternative chemicals, and implementing closed cycles can significantly reduce NO_x emissions. Quantifying NO_x concentrations is critical to understanding the scope of the problem and developing effective emission reduction strategies. However, it is worth noting that these concentrations can vary significantly depending on the stages of operation used in production. Let's look at the available data on NO_x concentrations at key stages of the production process (Fig. 2).

Data taken from:

- production of polycrystalline silicon: study by Fthenakis et al. (2008), this is due to high-temperature silicon purification processes [4];
- growing single crystal silicon: according to Peng et al. (2013) [7];
- diffusion process to create p-n junctions: the study by Stegemann et al. (2013), this is due to the use of nitrogen-containing compounds such as POCl₃;
- application of anti-reflective coating by PECVD: according to Blakers et al. (2013), these emissions are associated with the use of nitrogen-containing gases in the deposition process [8];
- metallization of contacts: according to Fthenakis (2012), it is related to high-temperature sintering processes of metal pastes [4];
- production of glass for solar panels: according to Jungbluth et al. (2012), it is associated with high-temperature glass melting and molding processes [9].

Modern emission control technologies, such as selective catalytic reduction (SCR) or selective non-catalytic reduction (SNCR), can significantly reduce NO_x concentrations in emissions.

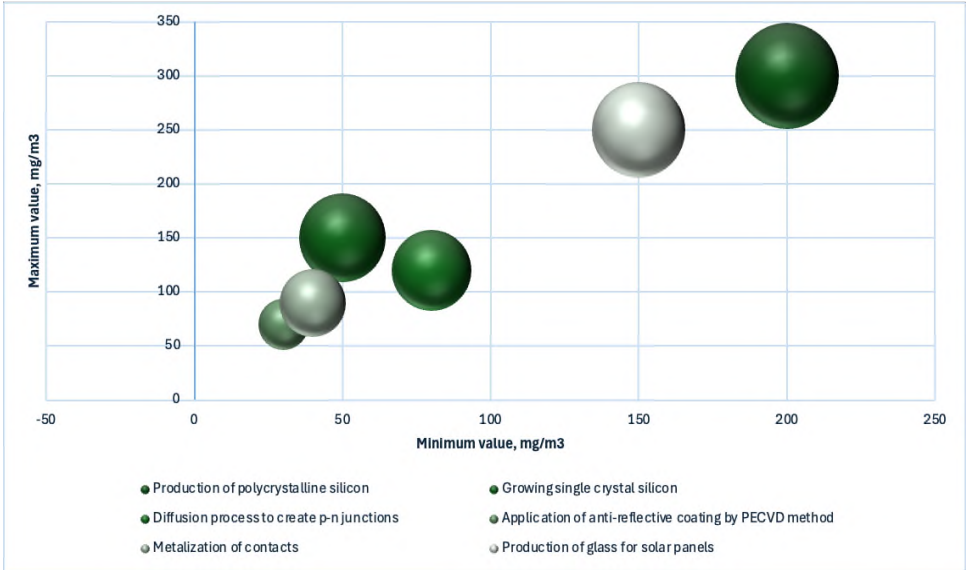


Fig. 2. Concentration of NO_x emissions during key stages of solar panel production

Comparing these data with air quality standards, it can be concluded that without proper treatment systems, NO_x emissions from solar panel production can pose a significant risk to the environment [5].

For example, the World Health Organization (WHO) recommends that the average annual concentration of NO₂ should not exceed 40 µg/m³. These data emphasize the importance of implementing effective emission control systems and optimizing production processes to minimize NO_x production in solar panel manufacturing [10].

Modern emission control technologies, such as selective catalytic reduction (SCR) or selective non-catalytic reduction (SNCR), can significantly reduce NO_x concentrations in emissions. Air pollution is a double whammy for our health and the environment. In cities, it creates smog, that brown haze, and when it rains, it turns into acid rain, damaging both forests and oceans. Inhaling this pollution irritates the lungs and can worsen respiratory problems, especially for those already at risk.

NO_x deposited in the oceans acts as a nutrient source for phytoplankton, potentially worsening problems such as red tides and harmful algal blooms. By acidifying surface waters, acid rain disrupts ecosystems, reducing the diversity of life and killing fish.

Inhalation of nitrogen oxides, nitric acid, and ozone can harm the lungs, especially delicate tissues. Even short bursts can irritate healthy lungs, while it is extremely dangerous for asthma sufferers. Living near major roads greatly increases exposure to these pollutants, increasing the risk of respiratory diseases such as pulmonary emphysema and bronchitis, especially for vulnerable populations such as children and the elderly.

NO_x can impact both locally and nationally, as it is a widespread pollutant and can be absorbed into the atmosphere.

- **Local:** creates localized air quality problems, especially in areas with a high concentration of sources: power plants, factories, and heavy traffic. These areas can experience high levels of NO_x that exceed national air quality standards, leading to respiratory problems for residents.

- **Regional:** due to prevailing winds, NO_x emissions can spread over long distances, contributing to regional air quality problems. Acid rain also helps to transport hazardous substances over long distances.

- **National:** most countries set national air quality standards for NO_x to protect public health. However, exceeding these standards can become a national problem that requires broader changes in policies and strategies to reduce emissions in different sectors (power generation, transportation, industry).

Optimization of technological processes

- **Temperature reduction:** using more efficient melting and processing technologies that lower the required temperatures will significantly reduce NO_x emissions.

- **Substitution of nitrogen-containing compounds:** use of alternative chemicals that do not contain nitrogen or have a lower tendency to form NO_x.

- **Vacuum coating:** the application of vacuum coating allows to reduce process temperature and, accordingly, reduce emissions.

Cleaning of emissions

- **Selective catalytic reduction (SCR):** this method allows you to reduce the concentration of NO_x in emissions by converting them into harmless nitrogen and water.

- **Adsorption:** use of adsorbents to absorb NO_x from flue gases.

Use of renewable energy sources

- **Going green:** powering solar panel production with electricity from renewable sources such as solar, wind or hydro will avoid the NO_x emissions associated with burning fossil fuels.

Implementation of monitoring and control systems:

- **Regular monitoring of emissions:** constant monitoring of NO_x level in emissions will allow timely detection of any deviations from the norms and taking the necessary measures.

Different types of filters can be used to reduce NO_x emissions in the production of solar panels [3]:

1. Diesel Particulate Filters (DPF): used to capture particulate matter (soot) from NO_x waste.

2. Catalytic converters (SCR): use catalysts to react with NO_x, which converts it into safe compounds such as nitrogen and water.

3. AdBlue filters are used to introduce the AdBlue reagent, which reacts with NO_x and reduces its content in the waste.

For example, although the well-known company Yara specializes in fertilizer production, it also has technology to reduce the amount of nitrogen oxide emissions into the environment, such as catalytic converters. Their patented ammonia injection mesh provides efficient mixing in the flue gas stream, maximizing the conversion of NO_x into harmless nitrogen (N₂) and water (H₂O) with minimal ammonia slippage (Fig. 3).

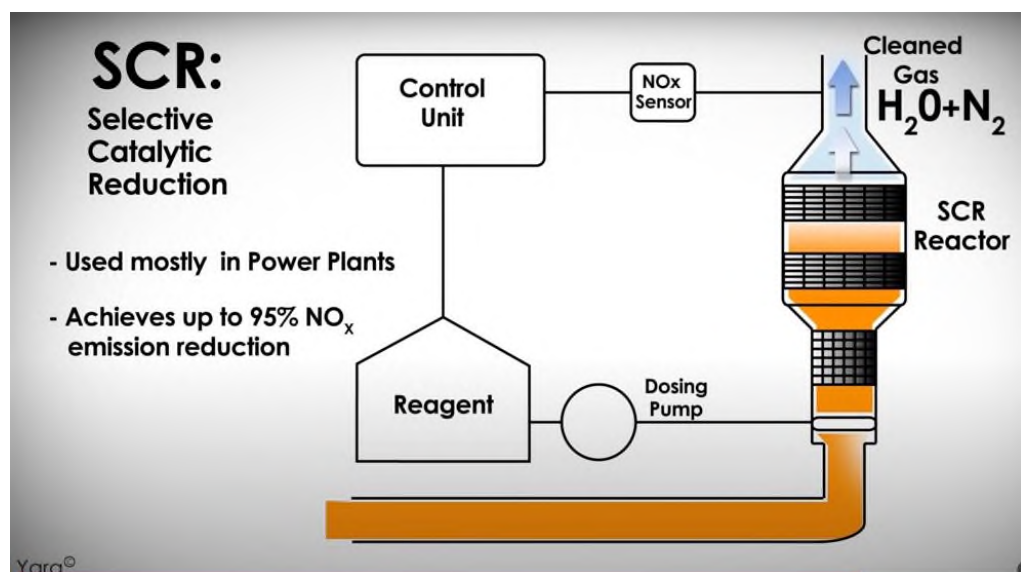


Fig. 3. The cleaning technology installed at YARA

This innovative mesh design allows for the industry-leading performance of up to 98 % NO_x reduction while keeping ammonia emissions (NH₃ release) below 2 ppmv. Yara recommends SCR systems for optimum performance when flue gas temperatures are between 180 °C and 450 °C and minimal catalyst poisons are present. Yara's transition to green ammonia production using renewable electricity for electrolysis significantly reduces the dependence on fossil fuels for ammonia production. This can lead to a reduction in overall NO_x emissions [6].

Conclusions. Although current levels of NO_x emissions do not lead to exceedance of air quality standards, there is potential for their reduction. Reducing NO_x emissions in solar panel production is an important step towards creating a cleaner and more sustainable energy sector. Using modern technologies, filters, optimization of production processes and renewable energy sources can significantly reduce the negative impact on the environment and make solar energy an even more attractive alternative to traditional energy sources.

References

1. <https://goloskarpat.info/tech/615c202ec7af0/>
2. <https://mjkpower.com/what-are-the-main-manufacturing-processes-of-solar-panels/>
3. <https://univdatos.com/uk/nitrogen-oxide-control-system-market/>
4. https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-07/documents/chapter_5_emission_control_technologies_0.pdf
5. <https://www.baconsrebellion.com/what-more-solar-means-more-nox-no-one-saw-that-coming/>
6. <https://www.yara.com/industrial-nitrogen/exhaust-gas-treatment-for-industrial-plants/scr-gas-exhaust-treatment/>
7. https://www.researchgate.net/publication/346759336_Life_Cycle_Performance_of_Various_Energy_Sources_Used_in_the_Czech_Republic
8. https://www.researchgate.net/publication/45280422_Lithium_transport_at_silicon_thin_film_Barrier_for_high-rate_capability_anode
9. <https://esu-services.ch/fileadmin/download/publicLCI/jungbluth-2012-LCI-Photovoltaics.pdf>
10. <https://madeinvilnius.lt/uk/новини/Литовські-новини/Якість-атмосферного-повітря-в-Литві-поступово-покращується/>

MAINTENANCE AND USE OF PROTECTIVE STRUCTURES

Ivaniuk V. V., stud. (gr. OS-11, Educational and Scientific Institute of Energy Saving and Energy Management of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute);

Mitiuk L. O., Ph.D., Ass. Prof. (Dep. LPICS of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute)

Abstract. This article explores the critical role of maintenance and operational use of protective structures in ensuring safety and functional longevity. Protective structures serve as essential barriers against various hazards, including environmental threats and physical impacts. By examining preventive and corrective maintenance strategies, this article aims to outline best practices for maximizing structural integrity and performance, ensuring readiness, and minimizing long-term risks.

Keywords: protective structures, maintenance, preventive maintenance, structural integrity, safety, hazard protection, asset resilience.

Анотація. У статті досліджується критична роль технічного обслуговування та експлуатаційного використання захисних споруд у забезпеченні безпеки та функціональної довговічності. Захисні споруди служать важливими бар'єрами проти різних небезпек, включаючи екологічні загрози та фізичні впливи. Аналізуючи стратегії профілактичного та коригувального технічного обслуговування, стаття має на меті окреслити найкращі практики для максимізації структурної цілісності та продуктивності, забезпечення готовності та мінімізації довгострокових ризиків.

Ключові слова: захисні конструкції, технічне обслуговування, профілактичне технічне обслуговування, структурна цілісність, безпека, захист від небезпек, стійкість споруди.

Introduction. The maintenance and operational use of protective structures are critical in safeguarding both personnel and essential assets. Effective maintenance ensures these structures retain their designed integrity and functionality, allowing them to perform optimally in protecting against environmental hazards, military threats, and other emergencies. This article will outline key standards and best practices for maintaining protective structures, focusing on both preventive and corrective measures. Attention to these factors not only prolongs the lifespan of the structures but also enhances overall safety, compliance, and resilience in high-stakes situations.

Analysis of the state of issue. Protective structures are essential across multiple sectors, offering resilience against external threats such as severe weather, chemical spills, and physical breaches. However, without consistent maintenance, the efficacy of these structures diminishes, potentially compromising safety and functionality. Key challenges include environmental degradation, wear and tear from regular use, and resource allocation for timely inspections. This section evaluates the current status and practices surrounding the upkeep and operational readiness of protective structures, identifying gaps and areas for improvement.

The purpose of the work: the primary objective is to assess effective maintenance techniques and usage protocols that ensure the sustained reliability of protective structures. This study seeks to analyze current methodologies, identify best practices, and propose enhanced strategies for maintaining these critical assets in both regular and emergency conditions.

Methods, materials and research results. The study employs a multi-method approach, analyzing case studies of various protective structures and reviewing existing maintenance protocols. Key materials used include inspection reports, maintenance logs, and relevant structural components subject to regular testing. The findings highlight the importance of a structured maintenance schedule, the efficacy of advanced materials, and the need for periodic training for personnel. Regular updates to the protective design based on material advancements and real-world testing results also significantly enhance performance and durability.

All civil protection (CP) protective structures must be utilized in an operational mode for the needs of industries [1] and services for the population, including:

- Sanitary facilities (locker rooms, showers, etc.);
- Cultural and recreational spaces (such as discos, libraries);
- Classrooms;
- Storage facilities, among others.

During operation, all requirements ensuring the facility's readiness to transition to a protective mode (within 12 hours) must be adhered to, including maintaining necessary conditions for human occupancy during emergencies [2]. Protective properties, both of the structure as a whole and of its individual elements, must be preserved.

To ensure this, the following is prohibited:

- Removal of CP equipment [3], remodelling, or creating openings in the enclosing structures;
- Obstructing entrances to the protective structures.

All rooms must remain dry and regularly ventilated, with hermetic doors kept open on stands and covered by removable screens. Engineering and technical equipment must remain operational and ready for use, with the exception of filters and regeneration units [2]. The water supply and sewage systems are inspected annually, with special attention to valves, gates, and emergency water storage tanks. Emergency water containers should be kept clean and filled upon converting the shelter into a protective mode. If a water intake well exists, it should be tested monthly, running for 30-40 minutes. Emergency containers for sewage should be securely closed [3].

Adapting rooms for protective use typically involves converting basements of residential buildings, storerooms, concrete or natural caves, and other durable spaces to increase their protective capabilities, seal them, and install basic ventilation [2]. Protective properties are improved by thickening walls, sealing windows, and other modifications. For example, soil embankments are added around exterior walls that extend above ground level. Doors and other entries are reinforced with dense materials, such as felt or rubber seals.

In areas with radioactive contamination, further steps must be taken to ensure airtightness and reduce exposure risks. This includes sealing any cracks in windows and doors, covering ventilation shafts, and placing insulating materials around door frames. Water and food should be stored in airtight containers, with extra water stored in sealed containers. Wet cleaning of living spaces is also advised [3].

Conclusion. In summary, the maintenance of civil defence protective structures during peacetime is crucial for their readiness in emergencies. These structures serve multiple public and operational needs while adhering to strict regulations on preservation, structural integrity, and accessibility. By regularly inspecting engineering systems, ensuring airtight conditions, and keeping emergency equipment functional, these spaces can be quickly converted to protective modes when necessary. Such careful upkeep, including limitations on modifications and routine ventilation, helps preserve the structures' protective capabilities for effective use during potential crises.

References

1. Lloyd's Register Foundation (2015) *Прогнозний огляд інженерії стійкості*. Фонд Регістру Ллойда. doi: 10.60743/NHYY-N773.
2. Lavell, A., M. Oppenheimer, C. Diop, J. Hess, R. Lempert, J. Li, R. Muir-Wood, and S. Myeong, 2012: Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability, and resilience. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp.25-47
3. Lizarralde, G., Johnson, C., and Davidson, C. *Rebuilding after Disasters. From emergency to sustainability*. London and New York: Spon Press, 2010.5. Bender, S., Davis, I., Krimgold, F. and McDonald F. (Eds.) *Reducing Disaster Risks. Progress and Challenges in the Caribbean Region*. Milton Park, Oxfordshire: Routledge, 2011.

PRECAUTIONARY MEASURES FOR HIGH-RISK FACILITIES: NEW CHALLENGES AND STRATEGIES

Levchenko O. G., doc. of tech. sc., prof., Head of Department of Labor Protection, Industrial and Civil Safety of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute;

Polukarov Yu. O., Ph.D., Ass. Prof., Zemlyanska O. V., Senior lecturer (Dep. LPICS of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute)

Abstract. In modern conditions, the importance of preventive measures at high-risk facilities is increasing due to the rising number of man-made and natural threats. A key component of ensuring safety is the implementation of modern methods and strategies to minimize the risk of emergencies. This paper addresses the main challenges faced by high-risk facilities and proposes new risk management approaches to protect employees, the public, and the environment. The presented solutions are based on innovative technologies, enhanced personnel training, and optimization of safety control systems at such facilities.

Keywords: technological hazards, high-risk facilities, safety control, protection of personnel and the public, environmental safety.

Анотація. У сучасних умовах зростає значення запобіжних заходів на об'єктах підвищеної небезпеки через збільшення кількості техногенних та природних загроз. Важливою складовою забезпечення безпеки є впровадження сучасних методів і стратегій для мінімізації ризиків виникнення надзвичайних ситуацій. У даній роботі розглядаються основні виклики, з якими стикаються небезпечні об'єкти, та запропоновано нові підходи до управління ризиками, які сприяють захисту працівників, населення та довкілля. Представлені рішення базуються на інноваційних технологіях, підвищенні кваліфікації персоналу та оптимізації систем контролю безпеки на таких об'єктах.

Ключові слова: техногенні загрози, об'єкти підвищеної небезпеки, контроль безпеки, захист персоналу та населення, екологічна безпека.

Introduction. The modern environmental and population threats in Ukraine, caused by russia's military aggression, lead to emergencies, fires, and hazardous events that demand increased attention, effective preventive measures, and responsive actions to ensure the safety of people and territories.

Analysis of the state of the issue. A high-risk facility is one where the use of hazardous substances, execution of high-risk technological processes, and presence of specialized equipment create dangers not only for employees but also for nearby populations. In the event of an accident, the environmental damage can be significant, even catastrophic. These facilities are assigned a specific hazard class after undergoing identification procedures and require strengthened, specialized measures to prevent emergencies.

The increased risk to the population and surrounding areas necessitates enhanced measures to prevent emergencies at high-risk facilities. During martial law, special attention is given to the safety of nuclear power plants (NPPs), which are

classified as both high-risk facilities and critical infrastructure. Ensuring their safety is of paramount importance at both national and international levels [1].

The purpose of the work. Analyse the main risks at high-risk facilities in modern conditions and suggest ways to minimize them.

Methods, materials and research results. The system of regulatory, legal, organizational, and technical measures that govern safety at high-risk facilities contributes to their operational stability and minimizes risks in both peacetime and wartime. In times of conflict, it is crucial to address additional military threats that may impact the safe operation of these facilities to prevent emergencies.

Ensuring the safety of high-risk facilities has become a priority during armed conflict, particularly regarding the nuclear safety of NPPs, which have become targets of military pressure and potential attacks [2]. During repeated Russian assaults on Ukraine's energy infrastructure, power units at various NPPs have been forced to shut down on multiple occasions [3]:

- Khmelnytskyi NPP: In February 2023, one reactor was shut down due to instability in the power grid caused by Russian attacks on infrastructure.
- Zaporizhzhia NPP: On March 9, 2023, following missile strikes, the last connection to the Ukrainian power system was severed, leaving the plant completely without power, which could have led to an accident with global-scale radiation consequences.
- Rivne NPP: During a massive missile and drone attack in August 2024, three units at Rivne NPP automatically disconnected from the power grid for safety reasons, causing significant power outages across Ukraine.
- South Ukraine NPP: During the August 2024 attack, the plant reduced its output and later disconnected one unit due to fluctuations in the power grid caused by the shelling.

These incidents underscore the dangers that regular Russian attacks pose to the stable operation of NPPs, increasing the risk of accidents with potentially catastrophic consequences for Ukraine and the world.

Preventing emergencies at high-risk facilities is a critically important task at the state level. This is achieved by planning and implementing a range of preventive measures and tools. If an emergency does occur, every effort should be made to minimize its impact as much as possible. According to the Law of Ukraine “On High-Risk Facilities” [4], a corresponding register of such facilities exists, and their condition is subject to thorough state monitoring. Under this law, oversight at the state level for high-risk facilities is entrusted to authorized central executive bodies and their regional agencies.

It is worth noting that the identification of high-risk facilities is carried out by the business entities that own at least one potentially hazardous facility. Entities planning to build such facilities are also required to ensure the identification procedure for high-risk facilities.

A crucial role in ensuring safety at high-risk facilities is played by the safety management system. This includes measures and direct actions by the operator to minimize the risk of emergencies at such facilities. The safety management system

also includes:

- establishing a set of requirements for working personnel;
- improving the control and management system for changes in safety measures;
- analysing all potential risks at these facilities;
- thoroughly monitoring the safety measures executed by the personnel;
- developing contingency and emergency response plans in case prevention efforts fail. This plan will help contain the spread of consequences and minimize the number of affected individuals through the prompt response of specialized units and teams.

The implementation of these measures and their effectiveness largely depend on personnel training in emergency response. Business owners must organize scheduled training and drills on response algorithms for situations involving:

- radiation and chemical exposure;
- shelling from various types of weaponry;
- technological fires.

Special attention should be paid to providing medical aid skills.

These measures should ideally be implemented using all available modern resources:

- posting posters and boards displaying action algorithms for various situations;
- broadcasting informational and educational videos on special monitors;
- distributing relevant instructions and methodological materials to employees.

Given the potential risks at high-risk facilities, it is extremely important to have modern protective structures where personnel can stay until emergencies are contained and mitigated. This means that these protective structures should be equipped with a supply of food, drinking water, medicine, and essential items. In addition, the protective structures should have ventilation and sewage systems.

Conclusions. In summary, it can be concluded that safety measures at high-risk facilities in today's context should include a comprehensive set of actions and resources:

- developing plans for containing and mitigating the consequences of accidents, considering all potential risks specific to the facility;
- collaborating with occupational health and civil protection specialists;
- implementing modern information and alert systems;
- developing an evacuation algorithm;
- introducing early detection systems for emergencies;
- conducting training with practical exercises on providing first aid and responding to emergency situations.

In addition, it is important to promote strict adherence to all safety requirements, which will foster a sense of responsibility among personnel for their own and collective safety.

References

1. Бойко О. Об'єкти підвищеної небезпеки: упровадження вдосконалених підходів до їх ідентифікації // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. – 2023. – №. 1 (15). – С. 83-91. [https://doi.org/10.33269/nvcz.2023.1\(15\).83-91](https://doi.org/10.33269/nvcz.2023.1(15).83-91).
2. Several Nuclear Power Units in Ukraine Disconnected During Massive Russian Attack on Monday. Kyiv Post. Ukraine's Global Voice. August 30, 2024. URL: <https://www.kyivpost.com/post/38215>.
3. Олексій Павлиш. Обстріли РФ енергоінфраструктури призвели до зупинки одного з блоків Хмельницької АЕС. Українська правда. 10 лютого 2023. URL: <https://www.pravda.com.ua/eng/news/2023/02/10>.
4. Про об'єкти підвищеної небезпеки: Закон України від 18 січня 2001 р. № 2245-III (поточна редакція – 01.01.2024). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#Text>.

БЕЗПЕКА ПРАЦІ ПІД ЧАС ТЕСТУВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБ'ЄКТА

*Балобан А. Ю., студ. (гр. АК-12, НН ІАТ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Арламов О. Ю., ст. викл. (каф. ОППЦБ, КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. Опрацьовані питання безпеки проведення аналізу характеристик досліджуваного об'єкта в аеродинамічній трубі, можливі ризики, пов'язані з конструкцією випробувального апарату та технологією проведення тестування. Запропонований перелік передбачуваних небезпек та заходи, спрямовані на збереження життя та здоров'я персоналу під час проведення досліджень.

Ключові слова: аеродинамічна труба, обладнання, збій, розгерметизація, безпека праці, правила проведення аналізу.

Abstract. The safety concerns associated with analysing the characteristics of an object under investigation in the wind tunnel, as well as the potential hazards associated with the design of the test apparatus and testing technology, have been thoroughly examined. A list of predicable hazards and measures aimed at safeguarding the lives and health of personnel during research is proposed.

Keywords: wind tunnel, equipment, failure, depressurization, labour safety, analysis conducting rules.

Вступ. Випробування певного об'єкту чи комплексу об'єктів для виявлення аеродинамічних характеристик та поведінки в потоці виконується за допомогою аеродинамічних труб. Таким чином, роботу з даними агрегатами можна віднести до дослідницьких та експериментальних робіт. Оскільки аналіз поточного стану виробу та моделей, що знаходяться в розробці, здійснюються для літальних апаратів, автомобілів, будівельних конструкцій, спортивного знаряддя, тощо на дозвукових та надзвукових швидкостях, конструкція аеродинамічної труби є досить складною. Таким чином, безпосередній вплив на безпеку роботи при проведенні даних досліджень можуть мати як технічні несправності та недотримання правил експлуатації, так і особливості функціонування аеродинамічної труби, що можуть нести шкоду здоров'ю людини. Саме тому необхідно звернути увагу на особливості максимального забезпечення роботи за наявних умов.

Аналіз стану питання. Враховуючи той факт, що перші аеродинамічні труби датуються кінцем 19-го століття, наразі вже існують чіткі вимоги до безпеки при проведенні досліджень.

Серед міжнародних стандартів, що регулюють роботу з аеродинамічними трубами: ISO 1996, стандарти OSHA (Occupational Safety and Health Administration), що встановлюють допустимі рівні шуму при роботі; українські норми ДБН В.1.2-10:2021, які регламентують безпечні рівні шуму та вібрації; ISO 5801 для стандартизації методів випробування вентиляторів аеродинамічних труб та ASME PTC 19.5 від Американського товариства

інженерів-механіків, який регулює методи випробувань та вимірювань під час роботи з аеродинамічними трубами.

Тим не менш, механічні небезпеки, аварії, пов'язані з електрикою, підвищеним тиском, високими швидкостями та температурами, великими аеродинамічними силами та шумове забруднення є факторами ризику. Наприклад, навіть шум у межах стандартів може бути шкідливим для здоров'я персоналу. Проте, його зниження до безпечних для людини діапазонів не є можливим. Таким чином, виникає необхідність у впровадженні засобів індивідуального захисту та посадових інструкцій щодо його використання для працівників.

Мета роботи: на основі аналізу конструкції та технології проведення експериментів в аеродинамічній трубі та наявних рекомендації з техніки безпеки під час досліджень, запропонувати заходи безпеки, спрямовані на зниження ризику травмування під час роботи з оцінки аеродинамічних характеристик об'єкта.

Методики, матеріали і результати досліджень. Аеродинамічна труба – це спеціальна установка для дослідження поведінки об'єктів у повітряному потоці. Вона створює контрольований потік повітря, що дозволяє досліджувати опір, підйомну силу та інші аеродинамічні характеристики різних об'єктів, таких як автомобілі, літаки, будівлі тощо.

Метою виконання експериментів в аеродинамічній трубі є перевірка аеродинамічних концепцій у контрольованому середовищі з використанням методів візуалізації та/або вимірювання. У якісній аеродинамічній трубі відбувається обтікання моделі рівномірним потоком повітря, мінімізуючи перешкоди та турбулентність, які можуть негативно вплинути результати [1].

Людиною, що вперше винайшла та проводила експерименти в аеродинамічній трубі, вважається Френсіс Герберт Венхем. Поряд з внеском одного із засновників Ради Аеронавігаційного товариства Великої Британії у вивчення аеродинаміки літальних апаратів стоїть і будівництво першої у світі аеродинамічної труби в 1871 році [2]. Оскільки в первісній моделі труби застосовувався вентилятор, що приводився в рух паровим двигуном, в той самий час виникли перші правила техніки безпеки при роботі з агрегатом.

У сучасному світі аеродинамічна труба активно використовується для перевірки обтікання потоками повітря цілого різноманіття виробів: автомобілів, авіаційної техніки, архітектурних та енергетичних споруд, турбін, спортивного знаряддя, а також запровадження принципів природної вентиляції в новобудовах житлового та промислового типів, перевірки ефективності роботи витяжок, повітряних вентиляторів, повітряозабірників та систем димовидалення.

В Україні аеродинамічні труби використовують, зокрема на Державному підприємстві «Антонов» та в Національному аерокосмічному університеті ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» (надзвукова аеродинамічна труба Т-6) [3].

Для досягнення вищезгаданих цілей досліджень, моделі аеродинамічних труб нових поколінь стають більшими, потужнішими, складаються з більшої

кількості деталей, що підвищує ризик несправностей та травмування осіб, відповідальних за виконання експериментальних робіт.

За структурою у аеродинамічній трубі для дослідження великогабаритних об'єктів (рис. 1) можна виділити такі елементи:

- Вентилятор – секція на початку конструкції, яка створює потік повітря.
- Випрямляч потоку, що вирівнює потік повітря перед його входом у тестову камеру.
- Диффузор – відповідає за розширення потоку повітря після тестової камери.
- Випробувальна (тестова) камера – секція у центрі аеродинамічної труби, в якій розміщена модель для випробувань. Тут швидкість повітря може бути стабільною від 2 до 100 км/год [4].
- Колектор – зона за випробувальною камерою, що збирає повітря після проходження тестової секції.
- Антивихровий фільтр – знижує турбулентність до менш ніж 2% [4].

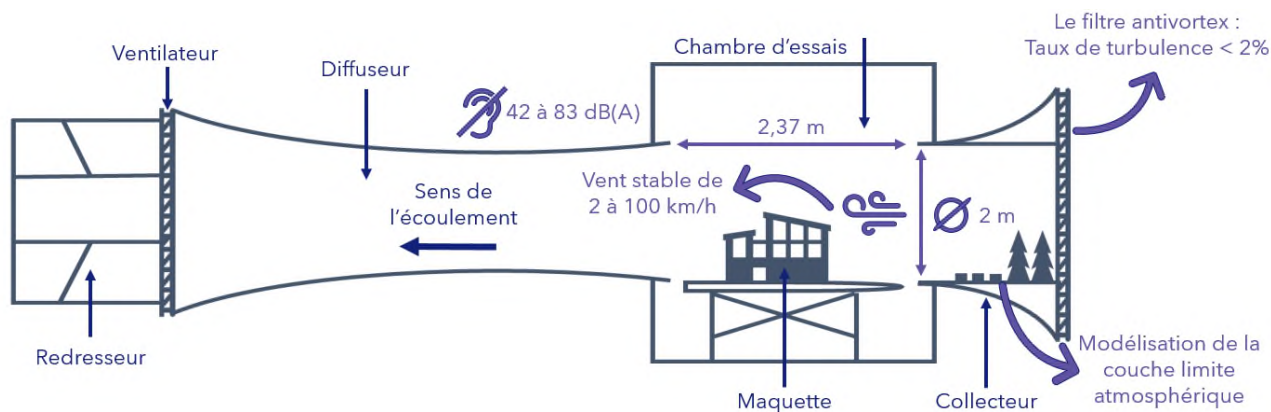


Рис. 1. Ключові особливості аеродинамічної труби [4]

Хоча застереження деяких небезпек внаслідок використання установки враховується у проектуванні аеродинамічних труб, ризики розгерметизації частин конструкції, термічного, звукового та механічного ураження дослідницької групи, ураження струмом, все ще залишаються досить серйозними і мають бути визначальними у розробці техніки безпеки при користуванні системами моделювання набігаючих потоків повітря.

Загальний алгоритм дій під час виконання досліджень в аеродинамічних трубах можна описати як:

1. Проведення підготовчих робіт, розрахунків, виготовлення моделі.
2. Розміщення зразка усередині тестової зони.
3. Перевірка герметичності випробувальної камери.
4. Увімкнення аеродинамічної труби.
5. Налаштування вентилятора за допомогою панелі керування.
6. Проведення дослідження.
7. Фіксація необхідних результатів вимірювань.

8. Вимкнення вентилятора, що створює потік.

9. Вимкнення усієї конструкції аеродинамічної труби.

Таким чином, проаналізувавши потенційні небезпеки, усі ризики можна умовно поділити на такі, що не мають безпосередньою причиною роботу установки: падіння, забій, поранення, випадковий контакт з хімічними речовинами, травма внаслідок самостійного перенесення важких піддослідних зразків, а також ті, що стали наслідком технічної несправності в роботі конструкції.

Навіть порівняно невелика аеродинамічна труба може становити певні небезпеки в процесі експлуатації.

За версією Каліфорнійського університету інженерії найчастішими ризиками, на які наражається користувач аеродинамічною трубою є:

- Поранення лопатями/ременем вентилятора та шківа;
- Шум;
- Травми очей;
- Ураження електричним струмом [5].

Якщо взяти до уваги будову аеродинамічної труби, процес підготовки експерименту та принцип її роботи, можна виділити такі потенційні загрози:

- Неконтрольовані перепади тиску;
- Вихід із ладу частини обладнання (наприклад, розгерметизація балонів із газом, несправний повітроохолоджувач);
- Збій роботи системи (вихід із ладу компресорів безперервної дії, вихід із ладу обладнання, що гальмує надзвуковий потік);
- Використання нових експериментальних установок або обладнання;
- Розгерметизація вакуумної ємності;
- Вихід із ладу системи підігріву;
- Невірне встановлення моделі у тестовій секції.

Наразі можна говорити про те, що за вчасного та якісного технічного обслуговування ризики ураження внаслідок виходу з ладу однієї з систем чи усієї аеродинамічної труби, неконтрольованих перепадів тиску, розгерметизації балонів чи вакуумної ємності та інших можливих несправностей конструкції труби знаходяться в безпечних межах.

Проте, варто відмітити, що існує певний перелік ризиків, які не можуть бути усунуті тільки технічним шляхом. Це призводить до необхідності строгого контролю та організації процесу. Наприклад, зниження шуму більше, ніж у сучасних аеродинамічних трубах наразі не є технологічно можливим при збереженні габаритів труби, параметрів потоку та режимів роботи складових конструкції. Оскільки доступні варіанти зменшення шумового забруднення порушуватимуть експеримент, необхідно забезпечити користувачів аеродинамічною трубою засобами індивідуального захисту. Аналогічно, саме на рівні організації вирішуються проблеми механічного травмування гострими краями досліджуваних об'єктів, або лопатями вентилятора, шляхом впровадження використання спеціальних захисних накладок при роботі людини

зі зразком та заборони перебування надто близько до аеродинамічної труби в процесі роботи.

Розроблення правил поведінки під час проведення тестування аеродинамічних характеристик головним чином зосереджене на мінімізації ризиків, що можуть виникнути для осіб, що проводять експеримент.

Серед наразі дійсних застережень варто відмітити:

- Використовувати відповідне обладнання безпеки для поточного завдання (тобто захисні окуляри, навушники, рукавички).

- Негайно повідомляти про всі розлиті рідини (оскільки вони становлять надзвичайну небезпеку посковзнутися).

- Усі контейнери з хімікатами повинні бути промарковані щодо вмісту [6].

- Вимикач має бути заблокований, коли він не використовується, щоб запобігти випадковому запуску, ненавмисному включенню та/або несанкціонованому управлінню трубою.

- Кнопки аварійної зупинки (вимкнення) розташовані біля кожного виходу з лабораторії.

- Двигун аеродинамічної труби повільно змінює швидкість. Потрібно мати на увазі, що під час відключення може знадобитися хвилина або більше, щоб двигун повністю зупинився, а потік в тунелі припинився.

- Труба має працювати лише з повністю закритою тестовою секцією (обидві двері доступу, обидві віконні панелі, обидві панелі підлоги на місці).

- Усі експерименти повинні мати перевірений і затверджений план тестування.

- Видимі частини аеродинамічної труби та тестової секції повинні бути вільні від усіх незакріплених частин, інструментів, кріпильних елементів, сміття тощо перед увімкненням труби для кожного запуску [6].

- Усі моделі та інше обладнання, встановлене для тестування, повинно бути належним чином закріплене.

- Захист органів слуху необхідний для роботи з аеродинамічною трубою у режимі вище 150 футів на секунду (частоти > 30 Гц, напруги > 5 вольт) [6].

- Двері тестової секції дозволено відкривати лише після того, як труба повністю зупиниться.

- Двері тестової секції необхідно відкривати дуже обережно – гідравлічні відкривачі є потужними, вони можуть і будуть рухати двері дуже швидко.

- Заборонено заходити в трубу або тестову ділянку [6].

Для покращення рівня безпеки, можна запропонувати такі додаткові заходи:

- Розміщення важелів аварійного вимкнення не лише біля виходів, але й в безпосередній близькості від конструкції та місця, передбаченого для знаходження експериментатора, для можливості максимально оперативного реагування у разі виникнення позаштатної ситуації.

- Регулярні ретельні перевірки деталей аеродинамічної труби, моніторинг справності та ресурсу.

- Встановлення резервних датчиків контролю тиску та температури в декількох різних ділянках аеродинамічної труби.

- Запровадження новітніх високоточних систем для встановлення дослідного зразка в тестовій зоні, наприклад, лазерний контроль або програмовані на розраховані координати затискачі.

Висновки. Для мінімізації ризиків при роботі з аеродинамічною трубою важливо забезпечити детальний контроль у виготовленні та збірці самої конструкції, проектування приміщення для досліджень із врахуванням необхідності швидкої реакції у разі виходу з ладу системи, запровадження додаткових методів аналізу стану системи для попередження аварійних ситуацій під час роботи та суворе дотримання правил техніки безпеки.

У статті було розглянуто будову та принцип дії аеродинамічної труби, у відповідності до яких проаналізовані аварійні ситуації, що можуть виникнути у разі несправності певних компонентів та найчастіші зі спостережуваних травми для персоналу. Також були оглянуті сучасні правила поведінки з установкою аеродинамічної труби при проведенні експериментів, та запропоновані подальші кроки для убезпечення роботи з конструкцією.

Література

1. Dodson M. An historical and applied aerodynamic study of the wright brothers' wind tunnel test program and application to successful manned flight. 334-те вид. Annapolis, Maryland : United States Naval Academy, 2005. 170 с., USNA-1531-2.

2. Donald D. Baals and William R. Corliss. Wind Tunnels of NASA : Special Publication (SP). Washington, DC United States : NASA Headquarters, 1981.

3. Аеродинамічний комплекс Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут». Електронний ресурс. – <https://web.archive.org/web/20221020114750/http://scientists.kharkov.ua/our-projects/virtual-museum/676-aerodinamichnij-kompleks-natsionalnogo-aerokosmichnogo-universitetu-im-m-e-zhukovskogo-kharkivskij-aviatsijnij-institut>.

4. Moyens d'essais. Aerodynamique eiffel. URL: <https://www.aerodynamiqueeiffel.fr/moyens-d-essais/> (дата звернення: 10.10.2024).

5. Wind Tunnel [Електронний ресурс]: техніка безпеки при роботі з аеродинамічною трубою Каліфорнійського університету/ College of Engineering, California State University Long Beach – Електронні текстові дані (1 файл, 165 Кбайт).

6. School of Engineering, General Safety Rules and Operational Policies for JEC 2220: Subsonic Wind Tunnel, 2014.

РИЗИКИ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ ПІД ЧАС ВІЙНИ

*Березуцький В. В., проф. (каф. БПтаНС, НТУ «ХП»);
Халіль Рита Ісса, лікар (лікарня Альбашир, Амман, Йорданія)*

Анотація. Розглянуто питання, пов'язані з визначенням ризиків для цивільного населення країни під час війни та військового стану. Висвітлені основні ризики, які породжуються в умовах війн. Запропоновані наукові засади щодо впровадження менеджменту ризиками в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: ризики для населення, військовий стан, загроза життю, біженці та переселенці, освітні та культурні втрати, погіршення здоров'я, екологічні ризики.

Abstract. The issue of identifying risks for the country's civilian population during war and martial law was considered. The main risks that arise in the conditions of war are highlighted. The scientific principles of the implementation of risk management in emergency situations are proposed.

Keywords: population risks, martial law, threat to life, refugees and displaced persons, educational and cultural losses, health deterioration, environmental risks.

Вступ. Під час війни населення стикається з численними проблемами, які породжують різноманітні ризики. Війна викликає масові переміщення населення, що призводить до проблем з доступом до базових ресурсів, таких як їжа, вода, медичні послуги та притулок. За даними ООН, мільйони українців були змушені покинути свої домівки, ставши внутрішньо переміщеними особами або біженцями в інших країнах [1]. Це збільшує навантаження на соціальні та медичні системи, що часто не справляються з кількістю постраждалих. Зростання хвороб, дефіцит харчових продуктів, психологічні травми, відсутність доступу до медичної допомоги. Економіка України сильно постраждала через руйнування інфраструктури, зупинку виробництва, втрату робочих місць та скорочення експорту. За оцінками, економіка країни може скоротитися на десятки відсотків, що призводить до зниження рівня життя більшості громадян.

Небезпеки війни породжують ризики для населення, які вимагають їх ідентифікації та пошуки шляхів їх мінімізації із застосуванням менеджменту ризиками.

Аналіз стану питання. На теперішній час вже пройшло практично 3 роки активної фази війни, яка почалась 24 лютого 2022 року. Але, фактично, війну було розпочато у 2014 році. Чому за цей час не було зроблено аналізу ризиків для населення? Необхідно щоб наукові установи та університети зробили аналіз цієї ситуації та прорахували усі можливі ризики та шляхи їх мінімізації.

Методики, матеріали і результати досліджень. Під час війни ризики для населення значно зростають і охоплюють безліч сфер життя, включаючи фізичну безпеку, здоров'я, соціальну стабільність, доступ до базових ресурсів і

психологічний стан. Ось основні ризики, з якими стикається населення під час війни:

1. *Фізична або безпосередня загроза життю.* Люди можуть постраждати через бойові дії, артилерійські обстріли, авіаційні бомбардування та інші форми збройного насилля. До цього необхідно додати ризики поранення та мінна небезпека. Під час військових конфліктів значно збільшується кількість поранених, як серед військових, так і серед цивільних. Після активних бойових дій часто залишаються міни та нерозірвані боєприпаси, що становить загрозу для цивільного населення протягом тривалого часу. За 2022 рік повномасштабної війни в Україні загинули понад сто цивільних медпрацівників, більш як сто енергетиків і понад 60 медійників [2].

2. *Вимушене переміщення, біженці та переселенці.* Люди змушені покидати свої домівки через загрозу збройного конфлікту, що призводить до втрати житла, майна та засобів для існування. У людей виникають труднощі з адаптацією. Біженці часто стикаються з соціальними та економічними проблемами на новому місці, такими як брак житла, роботи та підтримки з боку влади.

3. *Порушення доступу до базових потреб, в тому числі - брак води, їжі та медикаментів.* Війна може зруйнувати інфраструктуру, що ускладнює постачання продуктів харчування, питної води, медичних засобів та інших життєво необхідних товарів. До цього необхідно додати перебої в електропостачанні та опаленні. Руйнування енергетичної інфраструктури може призвести до тривалих відключень електроенергії, що особливо критично в зимовий період.

4. *Погіршення стану здоров'я.* Через відсутність доступу до медичних послуг, хворі не отримують своєчасного лікування, що збільшує ризик смертності від хвороб та поранень. Зруйновані системи захисту від розповсюдження інфекційних захворювань провокують появу епідемій. Умови війни сприяють поширенню інфекційних хвороб через скупчення людей у тимчасових таборах, погіршення санітарних умов та брак медикаментів. Стрес, страх, втрати рідних і близьких, а також травматичні події впливають на психологічний стан, що може призвести до посттравматичного стресового розладу (ПТСР), депресії та інших психічних захворювань [3].

5. *Соціальна та економічна нестабільність, безробіття та економічні труднощі.* Війна призводить до закриття підприємств, руйнування економіки та втрати робочих місць, що робить людей вразливими до бідності. В наслідок війни відбувається розрив соціальних зв'язків. Війна руйнує родини та громади, посилюючи соціальну ізоляцію та зменшуючи підтримку від близьких.

6. *Правові та етичні ризики, порушення прав людини.* Під час збройних конфліктів часто трапляються порушення прав людини, такі як тортури, незаконні затримання, сексуальне насильство або масові вбивства. У цій війні було висвітлено підвищення ризику торгівлі людьми, викрадень, особливо жінок і дітей, для використання у різних незаконних діях.

7. *Освітні та культурні втрати, зрив освітнього процесу.* Через бойові дії та руйнування шкіл діти втрачають можливість здобувати освіту, що впливає на їхнє майбутнє. Спостерігається втрата культурної спадщини. Війна часто призводить до знищення історичних пам'яток, музеїв, бібліотек та інших культурних об'єктів.

8. *Екологічні ризики викликані забрудненням навколишнього природного середовища.* Бойові дії можуть спричиняти забруднення водних ресурсів, ґрунтів і повітря, що негативно впливає на здоров'я населення і довкілля. Війна може знищити ліси, поля та інші природні ресурси, що ускладнює відновлення нормального життя після завершення конфлікту.

9. *Морально-психологічний тиск, страх та невизначеність.* Населення живе в постійному стресі через невизначеність щодо майбутнього, що погіршує морально-психологічний стан. Загибель або зникнення родичів та друзів під час війни викликає глибокі психологічні травми.

Висновки. Керівництво держави, органи влади на місцях повинні зрозуміти, що найголовніше в умовах війни – це забезпечити захист життя і здоров'я людей, мінімізуючи ризики та всіляко сприяти відновленню стабільності в країні та регіонах.

Менеджмент ризиками для населення під час війни є дуже складним завданням та потребує скоординованих зусиль з боку урядів, міжнародних організацій та гуманітарних агентств. Це включає: евакуацію населення з небезпечних зон; організацію гуманітарної допомоги: їжі, води, медичних засобів, притулків; забезпечення психологічної підтримки постраждалим; розмінування та відновлення зруйнованої інфраструктури після завершення бойових дій.

Література

1. Іванна Гордійчук . Скільки українських біженців перебувають у країнах Європи: дані ООН. *Главком:* Веб сайт. URL: <https://glavcom.ua/country/incidents/skilki-ukrajinskikh-bizhentsiv-perebuvajut-u-krajinakh-jevropi-dani-oon-906420.html> (дата звернення: 16.10.2024).

2. Анна Гаращук. Загроза життю і здоров'ю під час війни. *Голос України:* Веб сайт. URL: <http://www.golos.com.ua/article/369541> (дата звернення: 17.10.2024)

3. Як війна впливає на ментальне здоров'я українців. *Слово і діло. Аналітичний портал.* Веб сайт.

URL: <https://www.slovoidilo.ua/2024/09/17/infografika/suspilstvo./yak-vijnavplyvaye-mentalne-zdorovya-ukrayincziv> (дата звернення: 17.10.2024).

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ПРИ ЕМІСІЇ НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН

*Біляєв М. М., д.т.н., проф. (каф. ГВтаФ УДУНТ ННІ ДІТ);
Біляєва В. В., д.т.н., проф. (каф. ЕСтаЕ УДУНТ ННІ ШБТ);
Берлов О. В., к.т.н., доц. (каф. ОПЦтаТБ УДУНТ ННІ ПДАБА)*

Анотація. Розглядаються питання CFD моделювання забруднення довкілля, підстильної поверхні при емісії небезпечних речовин на промислових підприємствах, ТЕС, АЕС у випадку виникнення екстремальних ситуацій. Запропоновані 2D та 3D CFD моделі, що базуються на чисельному інтегруванні фундаментальних рівнянь механіки суцільного середовища.

Ключові слова: небезпечні речовини, забруднення довкілля, чисельне моделювання, робоча зона.

Abstract. The issues of CFD modeling of environmental pollution, subsurface during emission of hazardous substances at industrial enterprises, thermal power plants, nuclear power plants in case of extreme situations are considered. 2D and 3D CFD models based on numerical integration of fundamental equations of continuum mechanics are proposed.

Keywords: hazardous substances, environmental pollution, numerical modeling, work area.

Вступ. Інтенсивне забруднення довкілля має місце при виникненні екстремальних ситуацій на хімічно-небезпечних підприємствах, АЕС. Наслідком таких екстремальних ситуацій є забруднення повітря в робочих зонах, забруднення атмосферного повітря в селітебних зонах, забруднення підстильної поверхні, що приводить до зниження родючості землі. На території підприємств можуть утворюватися небезпечні зони з підвищеною концентрацією шкідливих речовин, як на промислових майданчиках, так і за їх межами. Актуальною задачею є розробка ефективних математичних моделей для оцінювання наслідків екстремальних ситуацій.

Аналіз стану питання. Для прогнозування наслідків забруднення навколишнього середовища при екстремальних ситуаціях широко використовується модель Гауса, аналітичні та емпіричні моделі [5, 6]. Але ці моделі мають певні обмеження, наприклад, не можуть бути використані для аналізу динаміки забруднення повітря в робочих зонах в умовах забудови. Використання CFD моделей, наприклад, реалізованих в комерційному пакеті ANSYS CFX, потребує потужних комп'ютерів, значного часу на проведення розрахунків та наявності ліцензії у користувача на використання пакета. Для практики, коли щоденно потрібно проводити десятки розрахунків бажано мати ефективні CFD моделі, що враховують найбільш важливі фізичні фактори процесу, що моделюється, та, з іншого боку, потребують незначного часу при реалізацію на комп'ютері.

В роботі вивчаються задачі чисельного моделювання забруднення атмосферного повітря та підстильної поверхні небезпечними хімічними речовинами, пилом або радіоактивними речовинами у різних метеорологічних умовах, включаючи конvekцію, штиль та інверсію на базі побудованих CFD моделей.

Мета роботи: розробка CFD моделей, на базі фундаментальних рівнянь механіки суцільного середовища для швидкого розрахунку багатофакторного процесу забруднення атмосферного повітря та підстильної поверхні при екстремальних ситуаціях на небезпечних підприємствах та АЕС.

Методики, матеріали і результати досліджень. Розроблені 2D і 3D чисельні моделі [1, 2, 4], спрямовані на оцінку інтенсивності забруднення повітря робочих зон на території АЕС, хімічно небезпечних підприємствах.

Для моделювання поширення газоподібних і пилових домішок використовуються рівняння конвективно-дифузійного переносу.

Ці моделюючі рівняння враховують:

1. гравітаційне осадження домішки;
2. геометричну форму джерела забруднення;
3. профіль та напрям вітрового потоку;
4. атмосферну стратифікацію;
5. місце емісії;
6. інтенсивність емісії домішки.

Розташування джерела викиду забруднюючих речовин моделюється із застосуванням дельта-функції Дірака.

Поле швидкості повітряного потоку розраховується на базі моделі потенціального руху. Для моделювання стану штилю та інверсії використовується модель М. Берлянда для розрахунку вертикального коефіцієнту атмосферної дифузії. Чисельне інтегрування рівняння конвективно-дифузійного переносу домішки здійснюється за допомогою різницевих схем та методу розщеплення. Моделююче рівняння масопереносу розщеплюється на три рівняння: перше рівняння описує конвективний перенос домішки, друге рівняння – перенос домішки за рахунок дифузії, третє рівняння описує зміну концентрації домішки внаслідок дії джерела емісії. Далі будуються неявні кінцево-різницеві схеми, що дозволяють розв'язати рівняння розщеплення. Особливістю використаних різницевих схем є те, що на кожному кроці розщеплення розрахунок здійснюється за явною формулою. Це дозволяє створити простий алгоритм розрахунку концентрації домішки в умовах штилю та інверсії. Для виконання обчислень застосовуються стандартні метеорологічні дані регіону.

Розроблені чисельні моделі використовувалися для розрахунків областей хімічного та пилового забруднення на промислових майданчиках Придніпровської ТЕС за умов штилю, інверсії та конвекції, а також при емісії радіоактивних речовин на території ЗАЕС.

Представлені також результати верифікації розроблених моделей та комп'ютерного моделювання забруднення повітря при викидах пилу з

вугільних штабелів і хвостосховищ із застосуванням водяних систем пригнічення пилу та бар'єрів, що зменшують інтенсивність пилоутворення з поверхонь штабелів та внаслідок цього – зменшують рівень пилового забруднення в робочих зонах на території ТЕС.

Висновки. Розроблений комплекс 2D і 3D CFD моделей, що дозволяє в режимі реального часу визначати динаміку формування областей забруднення атмосфери, підстильної поверхні при емісії небезпечних речовин на підприємствах, ТЕС, АЕС. Для реалізації розроблених CFD моделей потребується стандартна метеорологічна інформація. Побудовані чисельні моделі можуть бути використані, як для визначення інтенсивності та розмірів областей забруднення, так і для аналізу ефективності використання бар'єрів для зменшення рівня забруднення робочих зон на підприємствах.

Література

1. Біляєв М. М., Берлов О. В., Кіріченко П. С. Математичне моделювання в задачах промислової безпеки та охорони праці. Кривий Ріг: Вид. Р.А. Козлов, 2017. 130 с.
2. Біляєв М. М., Біляєва В. В., Берлов О. В., Козачина В. А. CFD моделювання в аналізі ефективності систем захисту довкілля та працівників на робочих містах. Дніпро : Журфонд, 2022. 268 с.
3. Згуровский М. З., Скопецкий В. В., Хрущ В. К., Беляев Н. Н. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде. Київ: Наукова думка, 1997. 368 с.
4. Пшинько А. Н., Беляев Н. Н., Машихина П. Б. Моделирование загрязнения атмосферы при техногенных авариях. Днепропетровск : Нова ідеологія, 2011. 166 с.
5. Anthony Michael Barret. “Mathematical Modeling and Decision Analysis for Terrorism Defense: Assessing Chlorine Truck Attack Consequence and Countermeasure Cost Effectiveness. Dissertation” (*Pittsburg, Pennsylvania, USA*), 2009. 123p.
6. Ilic P., Ilic S., Stojanovic Bjelic L. Hazard modelling of accidental release chlorine gas using modern tool – ALOHA Software, Quality of Life, 9, 2018. pp. 38-45.

ГУМАНІТАРНЕ РОЗМІНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ ЗАРЯДАМИ ПІНОВИБУХІВКИ

*Бойко В. В., проф. (Н-ДЛПСБТВ ІГМ НАН України);
Ган А. Л., к.т.н., доц. (каф. ГІ НН ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського,
Н-ДЛПСБТВ ІГМ НАН України);
Войтенко Ю. І., д.т.н. (Н-ДЛПСБТВ ІГМ НАН України);
Хлевнюк Т. В., к.т.н. (Н-ДЛПСБТВ ІГМ НАН України);
Ган О. В., к.т.н., ст. викл. (каф. ГІ НН ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. У роботі розглянуто можливість розмінування забруднених територій ударними хвилями, згенерованими вибуховою речовиною піновибухівкою місцевого приготування а також технологічні аспекти її приготування та технічні можливості.

Ключові слова: піновибухівка (ПВ), вибухонебезпечні предмети (ВНП), плоска ударна хвиля, екологічна безпека, розмінування територій.

Abstract. This paper explores the possibility of demining contaminated areas using shock waves generated by locally prepared explosive foamed explosives, as well as the technological aspects of its preparation and technical capabilities.

Keywords: foamed explosive (FE), explosive objects (EO), flat shock wave, environmental safety, demining of areas.

Вступ. Внаслідок постійних ракетно-артилерійських обстрілів та мінування територій України російськими загарбниками, значна її частина виявилась забрудненою, особливо Київська, Херсонська, Харківська, Донецька та Луганська області. Це супроводжується глобальним вирішення проблем воєнного характеру пов'язаних з гуманітарним розмінуванням територій в воєнний та після воєнний періоди, утилізація боєприпасів і відновлення їх безпеки тощо.

Аналіз стану питання. На сьогоднішній день близько 30% території України потрібно перевірити на наявність мін. Це площа вдвічі більша за площу Об'єднаних Арабських Еміратів. Згідно даних міністерства економіки України площа потенційно замінованих сільськогосподарських територій України становить близько 5,6 млн га. Простоювання 1 га землі коштує 350 – 450 \$, якщо не повернути ці території у користування, аграрії щороку втрачатимуть близько 2,5 млрд. \$.

Забрудненість територій України вибухонебезпечними предметами (ВНП) передбачає використання великої кількості зарядів заводського виготовлення, які потребують їх безпечного збереження на складах, доставки до місця підривних робіт тощо.

Мета роботи. Обґрунтувати доцільність розмінування територій ударними хвилями, згенерованими вибуховою речовиною піновибухівкою місцевого приготування.

Методики дослідження. Аналіз існуючих методів розмінування територій, можливість застосування піновибухівки для генерації ударних хвиль заданих параметрів.

Матеріали і результати досліджень. На сьогоднішній день для розмінування забруднених територій застосовуються наступні методи (рис. 1): піротехнічний, детонаційний, механічний, гідравлічний, хімічний, імпульсний та ручний. Середня собівартість наведених методів коливається в межах від 3,5 \$ до 12 \$ за 1 м².

Перспективним є метод розмінування ударними хвилями із застосуванням піновибухівки (ПВ) [1-5] та створення плоскої ударної хвилі, яка утворюється після підриву піновибухівки, з тиском 120 – 160 бар і впливає на міни натискної дії та призводить до їх підриву та знищенню. Ударна хвиля діє на міни на різних відстанях з обох боків від заряду в залежності від її діаметра.

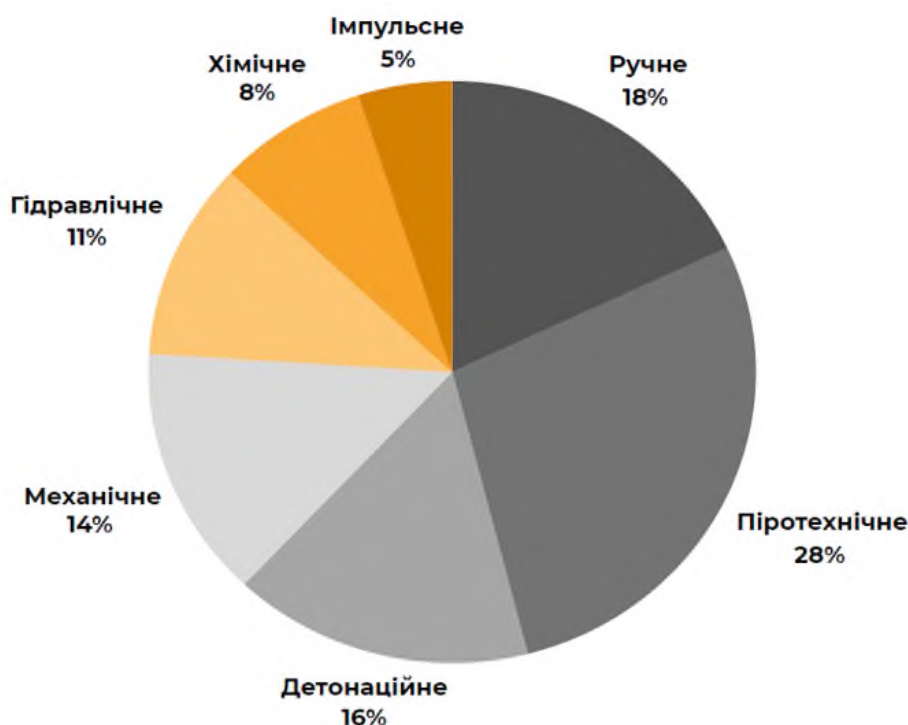


Рис. 1. Розподіл існуючих методів розмінування.

Основою піновибухівки є аміачна селітра NH_4NO_3 – до 90%, та низка домішок (10%), основною з яких є піноутворювач. Подрібнена селітра (0,05-0,1 мм) змішується з добавками у спеціальному змішувачі протягом 90-120 с до отримання певної консистенції пухирців піни розміром від 0,5 до 0,8 мм із щільністю D300-900 (300-900кг/м³). Приготування ВР відбувається безпосередньо на місці проведення розмінування за допомогою пристрою.

Для розмінування полів пропонується використовувати накладні шлангові заряди з піновибухівкою великої площі з товщиною шару 50 мм і більше. Так, наприклад, при протяжності фронту близько 200 м піновибухівку можна подавати за допомогою пінних стволів пожежного типу на смугу

шириною 5 м. Таким чином, за один прохід техніки може бути залита піною ділянка землі $200 * 5 = 1000 \text{ м}^2$. Об'єм піновибухівки в цьому випадку складе близько 10 м^3 . Підрив заряду здійснюватиметься за допомогою детонуючого шнура (ДШ). Човниковим методом техніка може рухатися цілодобово, розмінуючи за кожен крок (цикл) не менше $1\ 000 \text{ м}^2$ площі землі.

Після нанесення шару піновибухівки необхідної товщі, зарядний пристрій переміщують на безпечну відстань – 1-1,5 км. Після цього, використовуючи радіосигнал, відбувається миттєвий підрив піновибухівки по всій площі, який генерує плоску ударну хвилю. Собівартість розмінування за допомогою піновибухівки становить 1,2 \$ за 1 м^2 .

Переваги даного методу:

- підвищення безпеки робіт, оскільки суміш розчину ПАР, аміачної селітри і дисперсного алюмінію, які не чутливі до удару і тертя, а вибухових властивостей (при спіненні) набувають тільки після насичення суміші бульбашками повітря;

- забезпечення екологічної безпеки, поряд зі штатними вибуховими речовинами;

- спрощена доставка матеріалів до місця проведення вибухових робіт, оскільки компоненти не є ВР;

- можливість створювати необхідне навантаження на об'єкт за рахунок підбору рецептури ВР та її параметрів.

Даний метод можна застосовувати для розмінування:

- ОЗМ-72 – протипіхотна вистрибуюча осколкова міна. Невелика металева бочка яка закопується або ховається, може бути керованою або спрацьовує від натиску 5 кг;

- МОН-50 – протипіхотна міна. Розкидається по полю, може бути керованою або спрацьовує від натиску 3,5 кг;

- ТМ-62 – протитанкова міна. Спрацьовує від натиску від 120 кг. Може встановлюватися як на ґрунт, так і в ґрунт, у сніг, під воду вручну або засобами механізації, не виявляється міношукачами;

- ПФМ-1 та ПФС-1 – протипіхотна міна натискної дії. Спрацьовує від натиску в 5 кг;

- ПМН-2 – протипіхотна міна фугасна натискної дії, спрацьовує від натиску 15-25 кг;

- МОН 200 – осколкова протипіхотна міна, датчики цілі у вигляді розтяжки і спрацьовує при зусиллі 3,5 кг;

- ПОМ-3 – протипіхотна міна, спрацьовує від сейсмічних коливань;

- інші нерозірвані вибухові пристрої;

- види вибухових пристроїв, які неможливо ліквідувати та, які ще додаються до списку утилізації, необхідно перевіряти експериментально.

Висновки. Отже, запропонований метод розмінування ударними хвилями має широкий спектр застосування і є перспективним та конкурентоспроможним поряд з існуючими на сьогоднішній день методами.

Література

1. Бойко, В. В., Ган, А. Л., & Ган, О. (2022). Спеціальні вибухові технології в геоінженерії. КПІ ім. Ігоря Сікорського. 316 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/49097>.
2. Спосіб знешкодження мін та боєприпасів кумулятивним зарядом (Патент України № 153275). (2023). УКРНОІВІ.
3. Спосіб одержання піновибухівки (Патент України № 156652). (2024). УКРНОІВІ.
4. Ган, А. Л., Бойко, В. В., & Ган, О. (2018). Ущільнення просадкових ґрунтів вдосконаленими зарядами малої щільності. Збірник наукових праць Національного гірничого університету, (55), 152–161. <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/153528>.
5. Boiko, V., Han, A., Kravets, V., & Han, O. (2020). Formation of parameters of foamed explosive mixtures for sealing soils. ScienceRise, (5), 6–12. DOI: <https://doi.org/10.21303/2313-8416.2020.001430>.

ЕКОЛОГІЧНО ПРИЙНЯТНІ ШЛЯХИ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Борук С. Д., докт. техн. наук, доцент (каф. хімічного аналізу, експертизи та безпеки харчової продукції, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича)

Анотація. До особливо небезпечних відходів відносять відходи, здатні до деградації в навколишньому середовищі. Процеси розкладання супроводжуються виділенням тепла, утворенням горючих та токсичних речовин. Полігони зберігання відходів, як промислових, так і побутових, є постійно діючим джерелом забруднення.

Проведені дослідження показали, що термічна обробка призводить до втрати зразком маси, зменшення інтенсивності вимивання речовин водою. Спільна термічна обробка сміття із глинистими мінералами дозволяє суттєво зменшити інтенсивність процесів вимивання токсичних речовин. Запропонована технологічна схема переробки сміття, що зберігається на полігонах тривалий час. Впровадження такої схеми дозволяє суттєво зменшити рівень забруднення довкілля, зумовленого зберіганням сміття.

Ключові слова: тверді побутові відходи, термічна обробка, процеси деградації під впливом факторів навколишнього середовища, вимивання токсичних речовин.

Abstract. Particularly hazardous waste includes waste capable of degradation in the environment. Decomposition processes are accompanied by heat generation, formation of combustible and toxic substances. Landfills, both industrial and municipal, are a constant source of pollution.

Studies have shown that heat treatment leads to a loss of mass by the sample and a decrease in the intensity of leaching of substances by water. Joint heat treatment of garbage with clay minerals can significantly reduce the intensity of toxic substances leaching processes. A technological scheme for recycling waste stored at landfills for a long time is proposed. The implementation of such a scheme can significantly reduce the level of environmental pollution caused by the storage of garbage.

Keywords: municipal solid waste, heat treatment, degradation processes under the influence of environmental factors, leaching of toxic substances.

Вступ. Зростання кількості відходів обумовлено зниженням якості первинної сировини та збільшенням обсягів споживання. На даний момент на території України накопичено та зберігається величезна кількість відходів, що призводить до виникнення і загострення локальних і глобальних екологічних проблем. До особливо небезпечних відходів відносять відходи, здатні до деградації в навколишньому середовищі. Процеси розкладання супроводжуються виділенням тепла, утворенням горючих та токсичних

речовин. Полігони зберігання відходів, як промислових, так і побутових, є постійно діючим джерелом забруднення [1-3].

Аналіз стану питання. Незважаючи на тепловиділення, розглядати відходи як потенційні енергоносії не можна. Як термодинамічна система такі відходи знаходяться в стані близькому до рівноваги з навколишнім середовищем. Згідно ексергетичним принципам теплота має тим меншу практичну цінність, чим менше різниця температур між джерелом і приймачем теплоти. Таким чином, технічна працездатність такої системи прагне до нуля, а пряме спалювання відходів для отримання теплової енергії не раціонально з економічної точки зору і небезпечно з екологічної [4].

Мета: запропонувати технологічну схему переробки сміття, що зберігається на полігонах тривалий час.

Методики, матеріали і результати досліджень. На даний момент у світі у великих масштабах реалізуються два шляхи вирішення проблеми накопичення відходів – облаштування полігонів для їх зберігання та сміттєспалювання. Жодне з них не дає прийнятних результатів. Зберігання відходів на полігонах вимагає значних капіталовкладень, площ і часу, що в умовах постійного збільшення їх кількості неприпустимо. Спалювання відходів, навіть із застосуванням сучасних технологій, призводить до забруднення навколишнього середовища. Так в ряді країн ЄС фіксується фонові концентрації діоксинів. Відповідно до проведених досліджень їх наявність обумовлено саме сміттєспалюванням. Крім того для досягнення повної деструкції активних інгредієнтів відходів необхідно застосування первинних енергоносіїв, як правило газу, що значно підвищує собівартість процесу [4].

Рішенням проблеми утилізації відходів є проведення їх поділу на три групи за запасами хімічної енергії та можливості переробки із метою отримання висококалорійного палива. Прямого поховання підлягають тільки інертні відходи, як правило, мінеральної природи (скло, бетон). Відходи, деградація яких супроводжується виділенням теплової енергії, поділяються на дві категорії. Якщо питомий запас енергії у відходах значний (полімерні матеріали, автомобільні шини, відходи деревини та інше), то такі відходи (або продукти їх переробки) доцільно використовувати як вторинні енергоносії.

Друга група – це відходи із незначним запасом енергії. Їх частка у складі побутового сміття, особливо після тривалого зберігання на полігонах, досить значна. Повільно розкладаючись, такі відходи є джерелом забруднення довкілля широким спектром речовин, у тому числі токсичних. Забруднення відбувається неорганізовано, із великої площі. Внаслідок цього проведення будь-яких заходів для зменшення викидів стає неможливим.

Перспективним екологічно прийнятним напрямом утилізації таких відходів є проведення їх нейтралізації з отриманням стійких у часі сумішей, які здатні зберігатись на полігонах не забруднюючи довкілля. Цього можна досягти шляхом проведення термічної обробки сміття або його суміші з природними глинистими мінералами. Така обробка пришвидшує процес

деградації нестійких речовин і дає можливість проводити його організовано з очищенням викидів речовин, що утворюються при його проведенні.

В якості об'єкта дослідження використовували:

– зразок твердих побутових відходів зі сміттєзвалища м. Чернівці, термін зберігання два – три роки; темно-бура суміш із неприємним запахом, насипною густиною $\sim 0,6 \text{ г/см}^3$, легко пресується із виділенням коричневої рідини, густина пресованого зразка складає $1,8 \text{ г/см}^3$; зразок різнорідний за своїм складом, тому, для досягнення відтворювальних результатів проводили його висушування до повітряно-сухого стану і пропускали через сито з розміром отворів 5 мм.

– гідрослюди́ста глина Калуш-Голинського родовища; темно сірий порошок диспергуваний за допомогою кульового млину, загальною формулою: $\text{K}_{1-1,5}\text{Al}_4[\text{Si}_{6,5-7}\text{Al}_{1-4,5}\text{O}_{20}](\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, відноситься до глинистих мінералів типа слюд зі шаруватою структурою і формою кристалів, що наближається до гексагональної з неперервними шарами з тетраєдрів SiO_4 . Розмір частинок 0,1 – 50 мкм.

Проведені дослідження показали, що термічна обробка призводить до втрати зразком маси. Виділяються газоподібні продукти з неприємним запахом. Підвищення температури призводить до зростання втрат маси зразків. Оптимальний час проведення термічної обробки 20 хвилин. За всіх значень температур подальше проведення термічної обробки стає менш ефективним (табл. 1).

Таблиця 1

Масова частка зразків сміття, що залишається під час проведення термічної обробки

Т, К	Час проведення термічної обробки, хв.						
	0	5	10	15	20	25	30
373	1	0,92	0,86	0,80	0,75	0,71	0,68
473	1	0,85	0,75	0,68	0,60	0,57	0,54
573	1	0,78	0,69	0,60	0,56	0,54	0,52
673	1	0,75	0,63	0,55	0,53	0,51	0,49

Зменшення маси зразків досягається за рахунок їх висушування та втрати (частково з деструкцією) органічних речовин. Нами встановлено, що із зразків після проведення термічної обробки, при їх контакті з дистильованою водою значно менше хімічні сполуки. Зменшується оптична густина розчинів та їх окиснюваність (табл. 2). Крім того інтенсивність запаху води зменшується відповідно з 4 до 2 балів. При цьому рН зразків змінюється мало і не системно, в межах від 8,2 до 8,4. Це дозволяє зробити висновок, що даний показник суттєво залежить від випадкових факторів, таких як наявність сполук лужних та лужноземельних металів, залишків миючих засобів та інше.

При зберіганні відходів превентивною мірою для їх самозаймання є перешарування пресованого сміття шарами глинистих мінералів. Глинисті

мінерали здатні суттєво обмежувати контакт шарів сміття із ґрунтовими водами, попереджають надходження газоподібних продуктів деструкції сміття у повітря. Тому ми зробили припущення, що спільна термічна обробка твердих відходів із глинами також дасть позитивний ефект. При цьому можна припустити, що тісніший контакт частинок глинистого мінералу і частинок сміття дозволить більш ефективно блокувати виділення небезпечних речовин у біосферу за рахунок високої адсорбційної здатності останніх. Ми виготовили зразки зі сміття та гідрослюдистої глини у співвідношення 1 : 1 та провели їх термічну обробку. Проведені дослідження підтвердили наші припущення.

Нами встановлено, що при проведенні термічної обробки втрата маси зразків зумовлена лише процесами, що відбуваються у відходах (табл. 3).

Таблиця 2

Оптична густина / хімічне споживання кисню розчинів ($\text{мг O}_2/\text{дм}^3$), що утворилися при контакті зразків сміття із дистильованою водою після проведення термічної обробки

Т, К	Час проведення термічної обробки, хв.						
	0	5	10	15	20	25	30
373	<u>0,65</u> 2380	<u>0,50</u> 2100	<u>0,42</u> 1850	<u>0,39</u> 1710	<u>0,36</u> 1600	<u>0,34</u> 1420	<u>0,33</u> 1300
473	<u>0,65</u> 2380	<u>0,44</u> 1900	<u>0,36</u> 1650	<u>0,32</u> 1430	<u>0,28</u> 1280	<u>0,26</u> 1200	<u>0,25</u> 1170
573	<u>0,65</u> 2380	<u>0,39</u> 1640	<u>0,32</u> 1280	<u>0,26</u> 1110	<u>0,24</u> 1020	<u>0,23</u> 960	<u>0,22</u> 940
673	<u>0,65</u> 2380	<u>0,33</u> 1200	<u>0,23</u> 960	<u>0,19</u> 890	<u>0,18</u> 860	<u>0,17</u> 840	<u>0,16</u> 830

Таблиця 3

Масова частка суміші зразків сміття та гідрослюдистої глини, що залишається під час проведення термічної обробки

Т, К	Час проведення термічної обробки, хв.						
	0	5	10	15	20	25	30
373	1	0,95	0,93	0,90	0,88	0,86	0,84
473	1	0,92	0,88	0,84	0,80	0,79	0,77
573	1	0,89	0,85	0,80	0,78	0,77	0,76
673	1	0,88	0,83	0,78	0,77	0,76	0,75

Також суттєво зменшується інтенсивність вимивання речовин зі зразків при їх контакті водою (табл. 4).

Таблиця 4

Оптична густина / хімічне споживання кисню розчинів ($\text{мг O}_2/\text{дм}^3$), що утворилися при контакті суміші зразків сміття та гідрослюдистої глини з дистильованою водою після проведення термічної обробки

Т, К	Час проведення термічної обробки, хв.						
	0	5	10	15	20	25	30
373	<u>0,42</u> 1210	<u>0,30</u> 1090	<u>0,20</u> 950	<u>0,14</u> 840	<u>0,12</u> 750	<u>0,10</u> 680	<u>0,08</u> 620
473	<u>0,42</u> 1210	<u>0,26</u> 840	<u>0,18</u> 760	<u>0,12</u> 700	<u>0,10</u> 640	<u>0,08</u> 590	<u>0,06</u> 550
573	<u>0,42</u> 1210	<u>0,19</u> 780	<u>0,15</u> 710	<u>0,11</u> 660	<u>0,09</u> 610	<u>0,06</u> 550	<u>0,05</u> 490
673	<u>0,42</u> 1210	<u>0,12</u> 590	<u>0,09</u> 500	<u>0,07</u> 460	<u>0,06</u> 420	<u>0,05</u> 400	<u>0,04</u> 380

Проведені дослідження дозволили рекомендувати для переведення твердих відходів, що зберігаються на полігоні тривалий час у інертний стан їх змішування з глинистими мінералами та проведення спільної термічної обробки за температури 500 – 600 К.

При проведенні обробки сміття на двох стадіях утворюються газоподібні речовини, які забруднюють атмосферу, створюють небезпеку для людей. Крім того під час зберігання сміття на полігонах утворюються газоподібні речовини (у першу чергу метан), які, як відомо літератури, здатні ґрунтовими порами підійматись на поверхню, утворюючи у приземному шарі потенційно небезпечні концентрації.

Це зумовило необхідність провести дослідження спрямовані на попередження забруднення повітря.

Нами встановлено, що процеси виділення газоподібних продуктів зразками сміття, після обробки починаються за температури, що перевищують температуру їх термічної обробки на 10 – 15 ° для випадку обробки сміття, і на 90 – 110 ° – у разі проведення спільної обробки сміття із глинистими мінералами.

Іншим небезпечним фактором є утворення газоподібних викидів за реалізації запропонованої схеми переробки сміття. Для їх нейтралізації запропоновано встановити піч опалювання.

На основі проведених досліджень нами була запропонована наступна схема переробки сміття (рис. 1):



Рис. 1. Технологічна схема переробки сміття

Сміття з полігону завантажують в сушарку і доводять до повітряно-сухого стану. Найбільш доцільним є висушування за допомогою сухого повітря. Забруднену газоповітряну суміш подають у піч опалювання для попередження забруднення повітря. Висушене сміття сортують за розмірами. Фракції з розмірами частинок більше 50 мм подаємо на подрібнювач. Конструкцію та принцип дії подрібнювача визначають, виходячи із природи сміття. У нашому випадку, найбільш доцільно використовувати високошвидкісну січкарку.

Подрібнене сміття подають на лопатковий змішувач разом із гідрослюди́тою глиною. Залишкової вологи вистачає для забезпечення агрегації частинок у великі агрегати, розміром 5 – 12 см. Отриману суміш подають у піч для спікання. Гази, що утворюються, відводять та подають у піч для опалювання.

Утворені шлаки можна захоронювати на полігонах. Їх зберігання не буде призводити до забруднення довкілля.

Висновки. Отже, проведені дослідження показали, що термічна обробка призводить до втрати зразком маси, зменшення інтенсивності вимивання речовин водою. Оптимальний час проведення термічної обробки 20 хвилин за всіх значень досліджуваних температур. Встановлено, що рН зразків води після контакту зі сміттям змінюється мало і не системно в межах від 8,2 до 8,4. Це

дозволяє зробити висновок, що даний показник суттєво залежить від випадкових факторів, таких як наявність сполук лужних та лужноземельних металів, залишків миючих засобів та інше. Спільна термічна обробка сміття із глинистими мінералами дозволяє суттєво зменшити інтенсивність процесів вимивання токсичних речовин. Запропонована технологічна схема переробки сміття, що зберігається на полігонах тривалий час. Впровадження такої схеми дозволяє суттєво зменшити рівень забруднення довкілля, зумовленого зберіганням сміття.

Література

1. Кирилеско О.Л. Утилізація та рекуперація вторинних матеріальних ресурсів: Навчальний посібник – Харків, Національний технічний університет “ХПІ” – 2003 – 425 с.

2. Делалио А., Гончарук В.В., Корнилович Б.Ю. Утилизация осадков городских сточных вод // Химия и технология воды. – 2003. – Т. 25, №5. – С. 458–464.

3. Гриценко А.В., Горох Н.П., Внукова Н.В., Коринько И.В., Туренко А.Н., Шубов Л.Я. Технологические основы промышленной переработки отходов мегаполиса: Учебное пособие. – Харьков: ХНАДУ, 2005. – 340 с.

4. Сафранов Т.А., Губанова Е.Р., Шанина Т.П. Принципы обращения и управления потоками твердых бытовых отходов в Одесской агломерации // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2005. – № 1. – С. 5-11.

СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ: РОЗРОБКА СИСТЕМ, ОТРИМАНИХ ДАНИХ З ДАТЧИКІВ, РЕЖИМІВ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ ТА ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЇ

*Васюк П. Р., студ. (гр. ПІ-12, ПБФ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Полукаров О. І., канд. техн. наук, доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. У даній роботі описуються сучасні виробництва, що потребують ефективних інструментів для забезпечення безперебійної роботи та підвищення продуктивності. Одним з таких інструментів є інтелектуальні системи моніторингу виробничих процесів. Ця стаття присвячена розробці систем, які на основі даних, отриманих з датчиків, дозволяють виявляти відхилення від нормальних режимів роботи обладнання та попереджати про можливі аварії.

Ключові слова: збір та обробка даних датчиків, розробка, алгоритми, аномалії, інтерфейс, інтеграція.

Abstract. This work describes modern productions that require effective tools to ensure smooth operation and increase productivity. One of these tools is intelligent production process monitoring systems. This article is devoted to the development of systems that, on the basis of data obtained from sensors, allow detecting deviations from the normal operating modes of equipment and warning of possible accidents.

Keywords: sensor data collection and processing, development, algorithms, anomalies, interface, integration.

Вступ. Сучасний світ виробництва характеризується високими темпами автоматизації та цифровизації. Все більша кількість датчиків інтегрується в обладнання, генеруючи величезні обсяги даних. Однак, сама по собі наявність даних не гарантує ефективного управління виробничими процесами. Для перетворення даних на корисну інформацію необхідні інтелектуальні системи аналізу. Оскільки традиційні системи моніторингу часто не в змозі своєчасно виявити ранні ознаки потенційних в даній роботі пропонується розробити інтелектуальну систему моніторингу, яка, використовуючи методи машинного навчання та аналізу даних, зможе виявляти відхилення від нормальних режимів роботи обладнання на ранніх стадіях. Це дозволить вжити необхідних заходів для запобігання аваріям та забезпечення безперебійної роботи виробництва.

Мета: розробка та впровадження інтелектуальної системи моніторингу виробничих процесів, яка дозволить виявляти відхилення, прогнозувати аварії, оптимізувати виробництво, підвищити надійність обладнання та знизити виробничі витрати.

Методики, матеріали і результати досліджень. Для проведення дослідження необхідні наступні матеріали та ресурси: дані з датчиків, програмне забезпечення, обчислювальні ресурси.

Фактори, що впливають на динаміку результат досліджень:

Наукове дослідження – процес вивчення певного об'єкта (предмета або явища) за допомогою наукових методів, що має на меті встановлення закономірностей його виникнення, розвитку і перетворення в інтересах раціонального використання у практичній діяльності людей [1].

Динаміка результатів досліджень – це складний процес, на який впливає безліч факторів. Розуміння цих факторів дозволяє більш ефективно планувати та проводити дослідження, а також інтерпретувати отримані результати.

Фактори можна розділити на кілька груп: зовнішні фактори, фактори, що пов'язані з дослідницьким процесом, з дослідником та об'єктом дослідження.

1. Зовнішні фактори:

Соціокультурний контекст: культурні норми, суспільні очікування, політична ситуація можуть впливати на вибір теми дослідження, методик збору даних та інтерпретацію результатів.

2. Фактори, пов'язані з дослідницьким процесом:

Формулювання гіпотези: чітко сформульована гіпотеза є основою для будь-якого дослідження. Методологія дослідження, збір даних, аналіз, інтерпретація результатів, публікація результатів.

3. Фактори, пов'язані з дослідником:

Досвід дослідника: досвід проведення досліджень, знання методик, теоретична підготовка впливають на якість дослідження. Мотивація: особиста зацікавленість дослідника у темі дослідження, його мотивація впливають на якість роботи. Суб'єктивність: особисті погляди, переконання дослідника можуть вплинути на вибір теми, методик дослідження та інтерпретацію результатів.

4. Фактори, пов'язані з об'єктом дослідження:

Складність об'єкта дослідження: чим складніший об'єкт дослідження, тим складніше отримати точні та достовірні результати. Динамічність об'єкта дослідження: якщо об'єкт дослідження швидко змінюється, то результати дослідження можуть швидко стати застарілими.

Приклади. Зміна політичного режиму може призвести до зміни пріоритетів у наукових дослідженнях, що вплине на динаміку результатів. Поява нової технології може відкрити нові можливості для дослідження, але також може вимагати нових знань і навичок від дослідників. Особиста криза дослідника може тимчасово знизити продуктивність і якість роботи.

Вихід з ладу датчиків

Вихід з ладу одного датчика може значно ускладнити або навіть повністю зупинити роботу будь-якого пристрою. Сучасний помірно оснащений автомобіль може мати кілька десятків датчиків. Чим вищий клас транспортного засобу, тим більше в ньому датчиків. До прикладу візьмемо сучасний розумний автомобіль TESLA. Але наперекір великій кількості датчиків і ціні на даний

автомобіль є вислів: «Тут є жарт, що всі бідні люди їздять електромобілями, а всі багаті – бензиновими. Tesla – народний, популярний автомобіль, оскільки він дуже дешевий в обслуговуванні», – зазначає Малаховський. Найкраще обладнані автомобілі високого класу використовують кілька комп'ютерів зі спеціалізованими функціями (наприклад, керування роботою двигуна, системи безпеки, системи комфорту, системи зв'язку (навігація, медіа)), які під'єднані через шини даних CAN і мають низку датчиків. У цьому випадку ми розглянемо датчики, які впливають на роботу двигуна. Ці поломки можуть призвести до несправності автомобіля прямо під часу руху по шосе й призвести до аварії. Щоб зберегти життя всіх учасників руху, розробник має звернути особливу увагу на розробку правильності роботи двигуна та інших деталей автомобілів [2].

Як швидко, правильно і дешево виправити ситуацію з несправністю датчика?

Три основні фактори визначають швидке та ефективне усунення несправностей: досвід і знання механіки; комп'ютерна діагностика; обладнання для перевірки стану датчиків. Досвід і знання дозволяють правильно визначити причину несправності. Комп'ютерна діагностика дозволяє перевірити, який датчик став причиною несправності автомобіля. У більшості випадків коди помилок потрібно правильно оцінити, оскільки вони не завжди однозначні. Несправність кисневого датчика, на яку вказує діагностичний комп'ютер, може бути викликана засміченим триходовим каталізатором [3]. Датчики, що попереджають про аварії в машинах – наш цифровий страж безпеки.

Сучасні автомобілі оснащені цілим арсеналом датчиків, які постійно відстежують різноманітні параметри та стани транспортного засобу. Ці датчики не лише підвищують комфорт водіння, але й відіграють ключову роль у забезпеченні безпеки на дорозі. Давайте розглянемо деякі з найважливіших датчиків, які допомагають запобігти аваріям.

1. Датчики ABS (антиблокувальна система гальм)

Датчики ABS відстежують швидкість обертання кожного колеса (рис. 1). Якщо під час гальмування якесь колесо починає блокуватися, система ABS знижує тиск у гальмівній системі цього колеса, дозволяючи водієві зберегти контроль над автомобілем та уникнути заносу.

2. Датчики ESP (електронна система стабілізації)

Датчики ESP відстежують кут повороту керма, швидкість обертання кожного колеса, кут нахилу кузова та інші параметри. Якщо система виявляє ризик заносу або втрати контролю над автомобілем, вона автоматично коригує роботу двигуна та гальмівної системи, щоб стабілізувати транспортний засіб.

3. Датчики тиску в шинах

Ці датчики постійно відстежують тиск повітря в шинах і попереджають водія про його зниження. Недостатній тиск в шинах може призвести до погіршення керованості автомобіля, збільшення витрати палива та підвищеного ризику проколу.

4. Датчики дощу і світла

Ці датчики автоматично включають склоочисники та фари залежно від інтенсивності освітлення та опадів. Це дозволяє водієві зосередитися на дорозі і не відволікатися на ручне керування цими системами.

5. Датчики паркування

Датчики паркування за допомогою ультразвукових або радарних сигналів виявляють перешкоди за автомобілем і попереджають водія звуковими або візуальними сигналами. Це особливо корисно при паркуванні в обмеженому просторі.

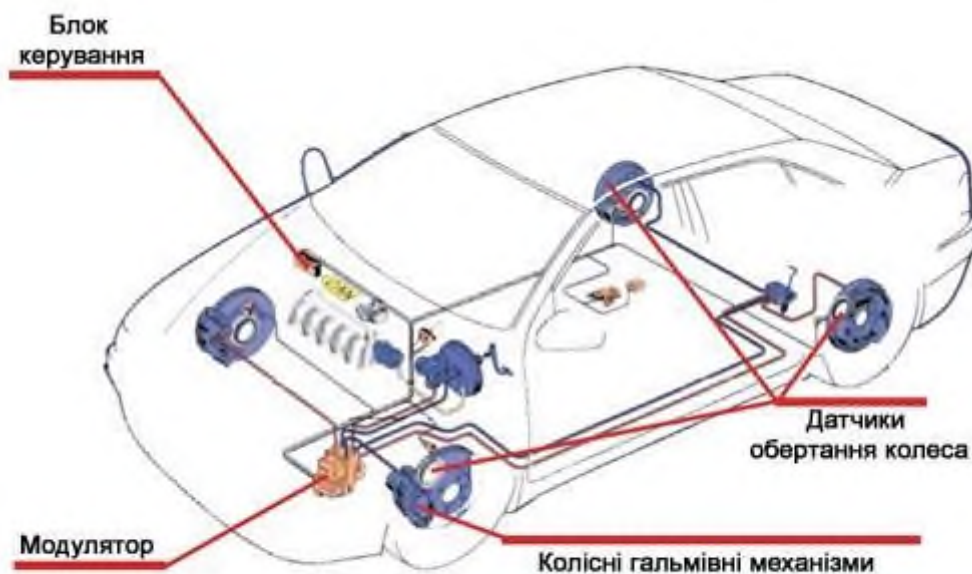


Рис. 1. Система ABS

6. Камери заднього виду

Камера заднього виду забезпечує водієві додаткову інформацію про те, що відбувається позаду автомобіля. Це особливо корисно при маневруванні та паркуванні.

7. Системи адаптивного круїз-контролю

Ці системи використовують радарні датчики для вимірювання відстані до автомобіля, що рухається попереду. Системи адаптивного круїз-контролю автоматично регулюють швидкість автомобіля, щоб підтримувати безпечну дистанцію.

8. Системи автоматичного гальмування

Ці системи використовують радарні та камерні датчики для виявлення перешкод на дорозі. Якщо система виявляє ризик зіткнення, вона автоматично ініціює гальмування, щоб уникнути аварії або зменшити її наслідки.

Важливо зазначити, що наявність усіх цих систем не звільняє водія від відповідальності за безпеку на дорозі. Датчики та системи допомоги водієві є

лише додатковими засобами безпеки, і водій завжди повинен бути уважним і готовим до непередбачених ситуацій [4].

Інформаційно – вимірювальні технології

Інформаційно-вимірювальні технології (ІВТ) та метрологія відіграють фундаментальну роль у створенні інтелектуальних систем моніторингу виробничих процесів. Саме вони забезпечують збір, обробку та аналіз даних, які є основою для прийняття рішень щодо оптимізації виробництва та запобігання аварій.

Ключові аспекти ролі ІВТ та метрології

Збір даних: датчики, метрологічне забезпечення. Вони забезпечують безперервний збір даних про різноманітні параметри виробничого процесу; гарантує точність та достовірність отриманих даних шляхом калібрування датчиків і проведення метрологічної атестації [5].

Обробка даних: системи збору даних та програмне забезпечення. Це консолідує дані з різних джерел та передають їх на обробку; використовується для фільтрації, нормалізації та агрегації даних, а також для їх подальшого аналізу [6].

Аналіз даних: статистичні методи, машинне навчання. Дозволяють виявити тренди, сезонність та інші закономірності в даних. Використовується для створення моделей, які здатні виявляти аномалії, прогнозувати майбутні значення та класифікувати дані [7].

Візуалізація даних: інтерактивні дашборди. Представляють дані у зручному для сприйняття вигляді, що дозволяє операторам швидко оцінити стан виробничого процесу.

Прийняття рішень: системи підтримки рішень. На основі отриманих даних та результатів аналізу пропонують оптимальні рішення для управління виробничими процесами.

Отже, метрологія відіграє особливо важливу роль у забезпеченні якості даних. Вона встановлює єдині вимоги до вимірювань, забезпечує їх точність та порівнянність. Без метрологічного забезпечення неможливо побудувати надійну систему моніторингу.

Конкретні приклади застосування ІВТ та метрології: моніторинг стану обладнання, оптимізація енергоспоживання, контроль якості продукції, прогнозування виробництва. Завдяки цій обладі ми можемо виявляти знос деталей, витоків, перегрів та інші аномалії, що можуть призвести до аварій.

Фактори, які слід врахувати при розробці створення інтелектуальних систем моніторингу – це точність, швидкість, простота, вартість та інвазивність.

Точність: система повинна здатна виявляти навіть найменші зміни або аномалії в моніторених даних. Це особливо важливо для раннього виявлення

проблем. Використання складних алгоритмів машинного навчання, таких як нейронні мережі, дозволяє виявляти неявні залежності та патерни в даних.

Швидкість: система повинна забезпечувати швидку обробку даних та видачу результатів у режимі реального часу. Система повинна бути легкою у використанні навіть для користувачів без глибоких технічних знань. Зведення до мінімуму необхідності вручну налаштовувати систему.

Вартість: вартість датчиків, серверів та іншого обладнання. Ліцензії на програмне забезпечення, витрати на розробку.

Інвазивність: система повинна мінімально впливати на роботу об'єкта моніторингу. Забезпечення безпеки та конфіденційності даних. Дотримання етичних норм при зборі та обробці даних [8].

Висновки. Створення інтелектуальних систем моніторингу виробничих процесів є актуальним завданням сучасного виробництва. Такі системи дозволяють підвищити ефективність виробництва, забезпечити безпеку праці, знизити витрати та покращити якість продукції. Інформаційно-вимірювальні технології (ІВТ) грають ключову роль у зборі, обробці та аналізі даних. Метрологія забезпечує точність і достовірність вимірювань. Результати досліджень залежать від багатьох факторів, як зовнішніх, так і внутрішніх. Важливо враховувати ці фактори при плануванні та проведенні досліджень. Загалом, створення інтелектуальних систем моніторингу є складним і багатогранним завданням, яке вимагає комплексного підходу. Однак, переваги таких систем є очевидними, і їх впровадження є одним з ключових напрямків розвитку сучасного виробництва. Перспективами подальших досліджень може бути розробка нових алгоритмів машинного навчання для більш точного аналізу даних, створення систем, які здатні адаптуватися до змін у виробничому процесі, розробка систем, які можуть працювати в умовах невизначеності та неповних даних. Ця робота є лише першим кроком на шляху до створення ідеальної системи моніторингу. Подальші дослідження дозволять розширити можливості таких систем і зробити їх ще більш ефективними.

Література

1. Наукове дослідження. Вікіпедія. – Електронний ресурс. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B5_%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F

2. Україна стала одним із провідних центрів ремонту пошкоджених електромобілів Tesla. Foreign Ukraine. – Електронний ресурс. URL: <https://foreignukraines.com/2023/11/25/ukraine-has-become-one-of-the-leading-centers-for-repairing-damaged-tesla-electric-cars/>

3. Типові ознаки несправності датчика та вартість їх ремонту. ua.motofocus.eu. – Електронний ресурс. URL: <https://ua.motofocus.eu/news/49928,%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%>

[B2%D1%96-%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BA%D0%B8-%D0%BD%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D0%B0-%D1%82](https://www.olx.ua/uk/list/q-tesla-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D0%B0-%D1%82%D0%BD%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96-%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BA%D0%B8-%D0%BD%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D0%B0-%D1%82)

4. Датчики тиску. olx.ua. – Електронний ресурс. URL: [https://www.olx.ua/uk/list/q-tesla-](https://www.olx.ua/uk/list/q-tesla-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA-%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F/)

[%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA-%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F/](https://www.olx.ua/uk/list/q-tesla-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA-%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F/)

5. Система збору даних. Вікіпедія. – Електронний ресурс. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%B7%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%83_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85

6. Злиття даних датчиків. Вікіпедія. – Електронний ресурс. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BB%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%8F_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D1%96%D0%B2

7. Ринок аналізу даних датчиків: поточний аналіз і прогноз (2022-2028). univdatos.com. – Електронний ресурс. URL: <https://univdatos.com/uk/report/sensor-data-analytics-market/>

8. «Мозок» дата-центру або що таке система моніторингу? gigacenter.ua. – Електронний ресурс. URL: <https://gigacenter.ua/ua/news/mozg-data-centra-ili-chto-takoe-sistema-monitoringa-data-centra>

РЕЄСТРАЦІЯ, ТЕХНІЧНЕ ОПОСВІДЧЕННЯ І ДОЗВІЛ НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ПАРОВИХ І ВОДОГРІЙНИХ КОТЛІВ

Гавриш С. А., к.т.н., доц. (каф. ОПЦБ ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Гавриш А. С., к.т.н., доц. (каф. АЕ НН ІАТЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Єрко О. В., студ. (гр. ТК-11, НН ІАТЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. Проаналізовані порядок реєстрації і технічне опосвідчення парових і водогрійних котлів. Розглянуті необхідні дозволи на експлуатацію парових і водогрійних котлів. Визначений порядок приймання в експлуатацію новостворених парогенераторів.

Ключові слова: паровий котел, водогрійний котел, технічне опосвідчення, охорона праці, заходи безпеки.

Abstract. The procedure for registration and technical certification of steam and water heating boilers was analyzed. The necessary permits for the operation of steam and water boilers were considered. The procedure for commissioning newly created steam generators is defined.

Keywords: steam boiler, water heating boiler, technical certification, labor protection, safety measures. The fire protection regime of thermal energy enterprises is determined.

Вступ. Вимоги щодо будови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів визначені НПАОП 0.00-1.26-94 «Правила будови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів» із змінами та доповненнями за 1997р. та 2002 р. [1-3]. Правила встановлюють вимоги до проектування, будови, виготовлення, реконструкції, монтажу, налагодженню, ремонту і експлуатації парових котлів, автономних пароперегрівників і економайзерів з робочим надлишковим тиском більше 0,07 МПа (0,7 кгс/см²), водогрійних котлів (парогенераторів) і автономних економайзерів з температурою води вище 115 °С.

Аналіз стану питання. Згідно з НПАОП 0.00-1.08-94 котли до пуску в роботу повинні бути зареєстровані в органах Держгірпромнагляду України на підставі письмової заяви власника котла або організації, яка його орендує [1-3]. При реєстрації повинні бути подані наступні документи: паспорт; акт про справність котла, якщо він прибув з заводу-виготовлювача в зібраному стані (або був переставлений з одного місця на інше); посвідчення про якість монтажу; креслення приміщення котельні (план і поперечний переріз, а за необхідності – і поздовжній переріз); довідка про відповідність водопідготовки проекту; довідка про наявність та характеристику живильних пристроїв і відповідність їх проекту; Інструкція з монтажу і експлуатації заводу-виготовлювача котла. Перелічені документи повинні бути підписані власником котла і переплетені разом з паспортом.

Посвідчення про наявність монтажу повинно складатись організацією, яка проводила монтаж, і підписуватись керівником цієї організації та власником

котла і скріплюватись печатками. В посвідченні повинні бути: назви монтажною організації, власника котла, заводу-виготовлювача котла; дані про матеріали, які використовувались монтажною організацією і не увійшли в обсяг поставки заводу-виготовлювача; дані про зварювання (вид зварювання, тип і марка електродів), прізвища зварників і номери їх посвідчень, результати випробовування контрольних стиків (зразків); дані про перевірку системи труб пропуском кулі і про промивку котла, про стилоскопіювання елементів котла, які працюють при температурі стінки вище 450 °С; загальні висновки про відповідність проведених монтажних робіт НПАОП 0.00-1.08-94, проекту, технічним умовам і Інструкції з монтажу та експлуатації при вказаних в паспорті параметрах.

Орган Держгірпромнагляду зобов'язаний протягом 5 днів розглянути подану на котел документацію і за відповідності її вимогам НПАОП 0.00-1.08-94 зареєструвати котел. Після чого документи прошнуровуються, опечатуються, в паспорті ставиться штамп та реєстраційний номер і він з усіма документами повертається власнику котла. Відмова в реєстрації повідомляється власнику письмово і вказуються причини з посиланням на відповідні статті НПАОП 0.00-1.08-94.

Мета роботи: проаналізувати порядок реєстрації і технічне опосвідчення парових і водогрійних котлів. Визначити необхідні дозволи на експлуатацію парових і водогрійних котлів. Розглянути порядок приймання в експлуатацію новостворених парогенераторів.

Методики, матеріали і результати досліджень.

Реєстрація парових і водогрійних котлів. Котли після демонтажу і встановлення на новому місці або переведенні їх на інший режим роботи (з парового на водогрійний) до пуску в роботу повинні бути перереєстровані в органах Держгірпромнагляду. Котли пересувних котельних установок повинні реєструватись в органі Держгірпромнагляду за місцем їх експлуатації. При передачі котла іншому власнику до пуску в роботу котел підлягає перереєстрації.

Для зняття з обліку зареєстрованого котла власник зобов'язаний подати в орган Держгірпромнагляду заяву з обґрунтуванням причин зняття і паспорт котла. За відсутності паспорта заводом-виготовлювачем направляється його дублікат. У випадку відсутності дубліката повинен складатись новий паспорт.

Технічне опосвідчення парових і водогрійних котлів. З метою підвищення безпечної експлуатації кожен паровий і водогрійний котел підлягає технічному опосвідченню до пуску в роботу, періодично в процесі експлуатації і в необхідних випадках – позачерговому. Технічні опосвідчення проводяться експертами експертно-технічного центру (ЕТЦ). Допускається проводити його фахівцями організацій, підприємств і установ, які мають дозвіл Держгірпромнагляду України, отриманий в установленому порядку. Опосвідчення пароперегрівачів і економайзерів, які складають з котлом один агрегат, проводиться одночасно з котлом.

Котел повинен бути зупинений не пізніше терміну, зазначеного в його паспорті. Власник котла не пізніше за 5 днів зобов'язаний повідомити ЕТЦ або іншу організацію, яка має дозвіл Держгірпромнагляду, про опосвідчення котла, яке має відбутися. Технічне опосвідчення котла складається із зовнішнього та внутрішнього оглядів і гідравлічного випробовування. Допускається використовувати методи нерушійного контролю, в тому числі акустичної емісії.

Зовнішні і внутрішні огляди мають за мету: при первинному опосвідченні перевірити, що котел встановлений і обладнаний відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.08-94 і пред'явлених при реєстрації документів, а його елементи не мають пошкоджень; при періодичних і позачергових опосвідченнях встановити справність котла і можливість його подальшої роботи. При зовнішньому і внутрішньому оглядах котла повинна бути звернена увага на виявлення можливих тріщин, надривів, випинів і корозії на внутрішніх і зовнішніх поверхнях стінок, слідів пропарювання і пропусків у зварних, клепаних і вальцьованих з'єднаннях, пошкоджень обмурівки, що можуть викликати небезпеку перегріву металу елементів котлів.

Гідравлічне випробовування має за мету перевірку міцності елементів котла і щільності з'єднань. Значення пробного гідравлічного тиску (P_n) приймається рівним: за робочого тиску (P) не більше 0,5 МПа (5 кгс/см²) – $P_n = 1,5 \cdot P$, але не менше 0,2 МПа (2 кгс/см²); за робочого тиску більше 0,5 МПа (5 кгс/см²) – $P_n = 1,25 \cdot P$, але не менше $P + 0,3$ МПа (3кгс/см²). При проведенні гідравлічного випробовування барабанних котлів, їх пароперегрівачів і економайзерів за робочий тиск приймається тиск в барабані котла, а для без барабанних прямоточних котлів з примусовою циркуляцією – тиск живильної води на вході в котел, згідно з конструкторською документацією. Максимальне значення пробного тиску встановлюється розрахунками на міцність згідно з нормативною документацією, погодженою з Держгірпромнаглядом України. Котел повинен пред'являтися до гідравлічного випробовування з встановленою в ньому арматурою. У випадку зниження робочого тиску за результатами технічного опосвідчення пробний тиск при гідравлічному випробовуванні визначається, виходячи із дозволеного тиску.

Первинне технічне опосвідчення ново встановлених котлів проводиться експертом ЕТЦ після їх монтажу і реєстрації. Котли, які підлягають обмуровуванню, можуть бути опосвідчені до реєстрації. Енергетичні і водогрійні котли теплових електростанцій можуть обмуровуватись до пред'явлення їх для технічного опосвідчення за умови, що всі монтажні блоки будуть ретельно оглянуті до нанесення на них обмурівки. Для цього повинна бути створена комісія із представників електростанції, лабораторії (служби) металів і монтажної організації. Під час огляду повинно бути перевірено дотримання допусків на взаємне розміщення деталей і складальних одиниць, зміщення кромки і злам осей труб, які стикуються, конструктивні елементи зварних з'єднань, наявність на елементах котлів заводського маркування і відповідність його паспортним даним, відсутність пошкоджень деталей і складальних одиниць при транспортуванні. При позитивних результатах огляду

і відповідності виконаного контролю зварних з'єднань (заводських і монтажних) вимогам НПАОП 0.00-1.08-94 комісією на кожний монтажний блок повинен бути складений акт і затверджений головним інженером електростанції. Цей акт є невід'ємною частиною посвідчення про якість монтажу котла і підставою для виконання обмурівки для технічного опосвідчення котла. Повністю змонтований котел повинен бути пред'явлений експерту ЕТЦ для внутрішнього огляду (в доступних місцях) і гідравлічного випробування. Якщо при огляді котла будуть виявлені пошкодження обмурівки, які викликають підозру в тому, що блоки в процесі монтажу піддавались ударам, то обмурівка повинна бути частково розкрита для перевірки стану труб і усунення пошкоджень.

Котли, які піддавались внутрішньому огляду і гідравлічному випробуванню на заводі-виготовлювачі і прибули на місце встановлення в зібраному стані, підлягають первинному технічному опосвідченню на місці встановлення особою, відповідальною за їх справний стан і безпечну експлуатацію. При цьому терміни чергових внутрішнього огляду і гідравлічного випробування встановлюються експертом ЕТЦ з врахуванням вказаної в паспорті котла дати проведення технічного опосвідчення на заводі-виготовлювачі. Перевірка технічного стану елементів котла, які недоступні для внутрішнього і зовнішнього оглядів, повинна проводитись відповідно до інструкції з монтажу та експлуатації заводу-виготовлювача, в якій вказуються обсяги, методи і періодичність контролю.

Експерт ЕТЦ або фахівець організації, яка має дозвіл Держгірпромнагляду, проводить періодичне технічне опосвідчення в такі терміни:

- зовнішній і внутрішній огляди – не рідше одного разу в 4 роки;
- гідравлічне випробування – не рідше одного разу в 8 років.

Якщо за умов виробництва неможливо пред'явити котел для опосвідчення в зазначений термін, власник зобов'язаний пред'явити його достроково. Гідравлічне випробування котла проводиться тільки при задовільних результатах зовнішнього і внутрішнього оглядів.

Органу Держгірпромнагляду надається право продовжувати встановлені терміни опосвідчення котлів до трьох місяців за обґрунтованим письмовим клопотанням власника котла з поданням даних, що підтверджують задовільний стан котла і при позитивних результатах огляду котла в робочому стані експертом ЕТЦ.

Власник котла зобов'язаний самостійно проводити зовнішній і внутрішній огляди після кожної очистки поверхонь або ремонту елементів, але не рідше ніж через 12 місяців, а також перед пред'явленням котла експерту ЕТЦ або фахівцю організації, яка має дозвіл Держгірпромнагляду. При цьому відповідальний за справний стан і безпечну експлуатацію зобов'язаний забезпечити усунення виявлених дефектів до пред'явлення котла для опосвідчення. Гідравлічне випробування робочим тиском власник зобов'язаний проводити кожний раз після розкриття барабана, колектора або ремонту котла,

якщо характер і обсяг ремонту не викликають необхідності позачергового опосвідчення. Позачергове опосвідчення котлів проводиться в таких випадках:

- якщо котел не експлуатувався більше 12 місяців;
- якщо котел був демонтований і встановлений на новому місці;
- якщо проведено виправлення випинів або вм'ятин, ремонт з застосуванням зварки основних елементів котла (барабана, колектора, жарової труби, трубної решітки, сухопарника, грязьовика, вогневої камери, трубопроводів в межах котла);
- якщо змінено більше 15 % анкерних в'язей будь-якої стінки;
- після заміни барабана, колектора, екрана пароперегрівача, пароохолоджувача або економайзера;
- якщо змінено одночасно більше 50 % загальної кількості екранних і кип'ятильних чи димогарних труб або 100 % труб пароперегрівача або економайзера;
- після досягнення розрахункового терміну служби котла, встановленого проектом, заводом-виготовлювачем, іншою нормативною документацією або експертно-технічною комісією;
- після аварії котла або його елементів, якщо за обсягом відновлювальних робіт вимагається таке опосвідчення;
- якщо на погляд інспектора (експерта), або особи, відповідальної за справний стан і безпечну експлуатацію котла, таке опосвідчення необхідне.

В трьох останніх випадках, зазначених вище, перед позачерговим технічним опосвідченням проводиться експертне обстеження (технічне діагностування) котла ЕТЦ або спеціалізованою організацією, яка має дозвіл Держгірпромнагляду. Обстеження проводиться відповідно до погодженого з Держгірпромнаглядом галузевого Положення про технічне діагностування.

Якщо при опосвідченні котла будуть виявлені дефекти, які знижують міцність його елементів (стоншення стінок, знос в'язей та ін.), то надалі, до заміни дефектних елементів, подальша експлуатація котла може бути дозволена при понижених параметрах (тиску і температурі) після підтвердження розрахунками на міцність і розрахунком пропускної спроможності запобіжних клапанів, виконаними ЕТЦ або спеціальною організацією, яка має дозвіл Держгірпромнагляду України. У разі виявлення дефектів, що викликають сумнів в його міцності, або дефектів, причину яких встановити важко, робота котла забороняється до отримання висновку ЕТЦ або спеціалізованої організації, яка має дозвіл Держгірпромнагляду, про причини виникнення вказаних дефектів та можливість і умови подальшої експлуатації котла.

Якщо при опосвідченні котла проводились механічні випробовування металу барабана або інших основних елементів котла і внаслідок випробувань елементів із вуглецевої сталі буде встановлено, що тимчасовий опір нижчий 32 МПа (320 кгс/см^2), або відношення умовної границі плинності при залишковій деформації 0,2 % до тимчасового опору більше 0,75, або ударна в'язкість на зразках з гострим надрізом менше 25 Дж/см^2 ($2,5 \text{ кгс/см}^2$), або відносне видовження менше 14 %, то подальша експлуатація даного елемента повинна

бути заборонена до отримання висновків ЕТЦ або спеціалізованої організації, яка має дозвіл Держгірпромнагляду. Допустимі значення зазначених характеристик для легованих сталей встановлюються в кожному конкретному випадку заводом-виготовлювачем або спеціалізованої організації.

У разі виявлення поверхневих тріщин або нещільностей (теча, сліди парування, нарости солей) в місцях вальцювання або клепаних швах, то перед їх усуненням підчеканкою, підваркою, підвальцюванням повинні бути проведені ЕТЦ або спеціалізованою організацією, яка має дозвіл Держгірпромнагляду, дослідження дефектних з'єднань на відсутність міжкристалічної корозії. Ділянки, уражені нею, повинні бути видалені. Порядок і обсяг таких досліджень визначається спеціалізованою організацією. Якщо встановлено, що виникнення дефектів пов'язане з режимом експлуатації котлів на даному підприємстві або властиве котлам даної конструкції, то особа, яка проводить опосвідчення, повинна зажадати проведення позачергового опосвідчення всіх встановлених на даному підприємстві котлів, експлуатація яких проводилась за однаковим режимом, або відповідно всіх котлів даної конструкції з повідомленням про це органу Держгірпромнагляду України.

Результати технічного опосвідчення записуються в паспорт котла особою, яка проводила опосвідчення, з зазначенням дозволених параметрів роботи і термінів наступних опосвідчень. При проведенні позачергового опосвідчення вказується причина, що викликала необхідність такого опосвідчення. В паспорт також заносяться результати додаткових випробувань і досліджень, їх види, місця відбору зразків або ділянки, піддані випробуванням, причини, що викликали необхідність проведення додаткових випробувань.

Експлуатація котла понад розрахунковий термін служби може бути допущена на підставі висновку ЕТЦ або спеціалізованої організації, яка має дозвіл Держгірпромнагляду, про можливості і умови його експлуатації, виданого за результатами технічного діагностування з оцінкою залишкового ресурсу. Дозвіл на експлуатацію в цьому випадку видається органами Держгірпромнагляду України.

Приймання в експлуатацію новоствореного котла. Котел поставляється в комплекті з засобами контролю, управління, захисту та сигналізації – датчиками, виконавчими механізмами, програмним приладом управління, встановленому на блочному щиту управління. Приймання в експлуатацію ново встановленого котла здійснюється згідно з вимогами ГОСТ 27303-87, СНиП 3.01.04-87 «Приймання в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів. Основні положення», НПАОП 0.00-1.08-84 «Правила будови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів» зі змінами та доповненнями за 1997 р. і 2002 р. після реєстрації котла в органах Держгірпромнагляду України.

Пуск котла в роботу проводиться за наказом власника підприємства (організації), виданим по результатам проведених пусконаладжувальних робіт і обстеження котла експертом ЕТЦ під час парового випробування для встановлення готовності котельної установки до експлуатації і відповідності вимогам проекту і НПАОП 0.00-1.08-94. На кожному котлі, який введено в

експлуатацію, повинна бути прикріплена на видному місці табличка форматом не менше 300 × 200 мм із зазначенням таких даних: реєстраційний номер; дозволений тиск; число, місяць і рік наступного внутрішнього огляду і гідравлічного випробування.

Висновки. Проведений аналіз дозволив розглянути порядок реєстрації і технічного опосвідчення парових і водогрійних котлів. Визначено необхідні дозволи на експлуатацію парових і водогрійних котлів. Розглянутий порядок приймання в експлуатацію новостворених парогенераторів.

Встановлено, що результати технічного опосвідчення записуються в паспорт котла. В паспорт також заносяться результати додаткових випробувань та досліджень, і причини, що викликали необхідність проведення додаткових випробувань.

Матеріали статті можуть бути використані під час підготовки розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» в атестаційних роботах бакалаврів та дисертаціях магістрів, як професійного, так і наукового спрямування.

Література

1. Гавриш С. А. Охорона праці в теплоенергетиці: підруч. / С. А. Гавриш, А. С. Гавриш. – Вид. 3-тє, переробл. й доповн. - К.: Талком, 2024. 589с. ISBN 978-617-8352-38-7.
2. Гавриш С. А. Охорона праці в галузі телекомунікацій: підруч. / С. А. Гавриш, А. С. Гавриш. – Вид. 4-тє, переробл. й доповн. - К.: Талком, 2023. 553с. ISBN 978-617-8016-74-6.
3. Левченко О. Г. Охорона праці та цивільний захист: підручник / О. Г. Левченко, О. І. Полукаров, В. В. Зацарний, Ю. О. Полукаров, О. В. Землянська. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 420 с.

ПЕРСПЕКТИВНІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ СПОРУД ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*Ган А. Л., к.т.н., доц. (каф. ГІ НН ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського,
Н-ДЛПСБТВ ІГМ НАН України);*

Ган О. В., к.т.н., ст. викл. (каф. ГІ НН ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського);

Сергієнко М. І., ст. викл. (каф. ГІ НН ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського);

Іванюк В. В., студ. (гр. ОС-11, НН ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського);

Ніколайчук А. О., студ. (гр. ОС-11, НН ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. Розглянуто перспективні конструктивні рішення застосування існуючих тунелів метро в якості споруд подвійного призначення та інноваційні рішення їхньої реконструкції в умовах діючого метрополітену, які здатні витримувати як статичні, так і динамічні (вибухові) навантаження та відповідати сучасним вимогам щодо споруд подвійного призначення.

Ключові слова: цивільний захист, споруди подвійного призначення, укриття, критична інфраструктура, містобудівне планування, реконструкція.

Abstract. Prospective constructive solutions for the use of existing metro tunnels as dual-purpose structures and innovative solutions for their reconstruction in the conditions of an operating subway, which are able to withstand both static and dynamic (explosive) loads and meet modern requirements for dual-purpose structures, are considered.

Keywords: civil defense, dual purpose buildings, shelter, critical infrastructure, urban planning, reconstruction.

Вступ. На даний час в Україні, в умовах воєнного стану, гостро постало питання захисту цивільного населення та критичної інфраструктури від ударів з повітря, та у зв'язку з цим, виникла потреба у широкому освоєнні міського підземного простору з метою створення нових та використання існуючих підземних споруд як об'єктів захисту (споруд подвійного призначення) та впровадження інноваційних рішень у практику будівництва та реконструкції таких об'єктів [1-3].

Аналіз стану питання. Основними прогресивними напрямками споруд подвійного призначення є:

- підземні переходи;
- тунелі;
- підземні склади;
- споруди котловинного типу (автостоянки, паркінги, гаражі, підземні торговельні центри, підприємства громадського харчування, магазини);
- підвальні, цокольні і перші поверхи об'єктів цивільного і промислового призначення;
- незадимлювані сходові клітки типу Н4 згідно з ДБН В.1.1-7.

Сховища, споруди подвійного призначення із захисними властивостями сховищ, проектують з урахуванням забезпечення захисту населення від

наступних небезпечних чинників надзвичайних ситуацій у мирний час та в особливий період:

– від дії повітряної ударної хвилі при застосуванні звичайних засобів ураження та побічної дії сучасної зброї масового ураження з розрахунковим надмірним тиском для:

1) сховищ $P = 100$ кПа (1 кгс/см^2);

2) сховищ у межах проектної забудови атомних електростанцій $P = 200$ кПа (2 кгс/см^2);

3) сховищ, розміщених у підземних будівлях метрополітенів ліній глибокого закладання $P = 300$ кПа (3 кгс/см^2) та ліній мілкового закладання $P = 100$ кПа (1 кгс/см^2);

– від місцевої та загальної дії звичайних засобів ураження (стрілецької зброї, уламків ручних гранат, артилерійських боєприпасів та авіаційних бомб);

– від дії небезпечних хімічних речовин, радіоактивних речовин, (для сховищ, що розташовуються у зонах можливого хімічного та радіаційного забруднення) бойових отруйних речовин, небезпечних біологічних речовин та бактеріальних засобів ураження;

– бактеріальних (біологічних) засобів, бойових отруйних речовин (на особливий період);

– від зовнішнього іонізуючого випромінювання – зі ступенем послаблення зовнішнього іонізуючого випромінювання;

– катастрофічного затоплення (для сховищ, що розташовуються у зонах можливого катастрофічного затоплення;

– високих температур та продуктів горіння при пожежах.

Мета роботи. Обґрунтувати конструктивні та технологічні рішення існуючих тунелів метрополітенів в якості споруд подвійного призначення.

Методики дослідження. Аналіз існуючих конструкцій тунелів метро, їхнього технічного стану та можливість застосування в наслідок реконструкції як укриття цивільного захисту.

Матеріали і результати досліджень. Внаслідок розвитку підземної інфраструктури ліній метрополітену, основних гілок комунікаційних колекторів, транспортних тунелів тощо, виникають випадки, коли зникає необхідність в подальшій експлуатації та використанні окремих частин або цілих розгалужень тунелів. Такі недіючі тунелі відгороджуються, зачиняються та консервуються на невизначений час. В умовах сьогодення, коли виникла гостра необхідність захисту населення від російської агресії, доцільно згадати про існування таких підземних споруд та на основі визначеного технічного стану провести необхідні заходи щодо реконструкції з урахуванням вимог та потреб цивільного захисту. Тому перспективним напрямком використання метрополітену як сховища цивільної оборони є реконструкція та облаштування не задіяних у транспортних та допоміжних операціях тунелів, які можуть значно збільшити місткість таких сховищ та покращити умови перебування людей, приклад якого наведено на рис. 1.

Стеля, стіни, перегородки приміщень цивільного захисту складаються з сандвіч панелей 100 мм, вхід в коридор та приміщення забезпечується через протипожежні двері. Підлога опирається на опори і складається: з алюмінієвого рифленого настилу завтовшки 3 мм; під ним знаходиться шумоізолююча підкладка під алюміній завтовшки 5 мм; далі металопрофіль ТП-35; плівка пароізоляційна Strotex PI N-110; мінеральна вата вогнестійка – 100 мм; Z-профіль 1,5мм оцинкований (32x100x32) – 100 мм; оцинкований лист – 0,5 мм; швелер №12 та двотавр №18.

Система приміщень, розташованих в тунелях метрополітену з урахуванням потреб цивільного захисту, може функціонувати автономно, включає в себе всі необхідні інженерні системи та містить: венткамеру, електрощитову, кімнату відпочинку, санвузол, насосну, кухню тощо.

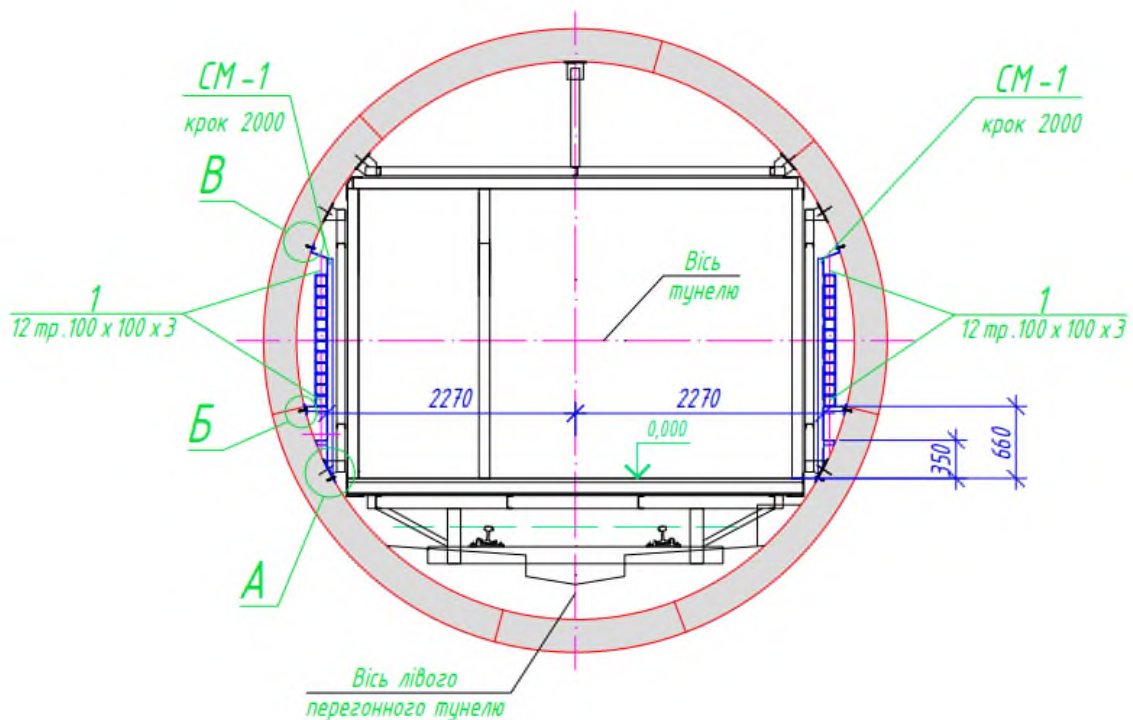


Рис. 1. Схема облаштування тунелю метрополітену з урахуванням потреб цивільного захисту

Система приміщень, розташованих в тунелях метрополітену з урахуванням потреб цивільного захисту, може функціонувати автономно і включати в себе всі необхідні інженерні системи та містить: вентиляційну камеру, електрощитову, кімнати відпочинку, санвузли, насосну, кухню тощо.

Таким чином утворюється сховище цивільного захисту, здатне розмістити на тривалий час у відносно комфортних умовах декілька сотень людей, надійно захищаючи їх (завдяки значній глибині закладання тунелів та використанню ефективних конструкцій оправ) від будь-якої комбінації повітряних ударів конвенційної зброї. Водночас, особливу увагу необхідно приділити організації робіт з транспортування та розвантаження габаритних вантажів в умовах діючого метрополітену, приклад якого наведено на рис. 2.

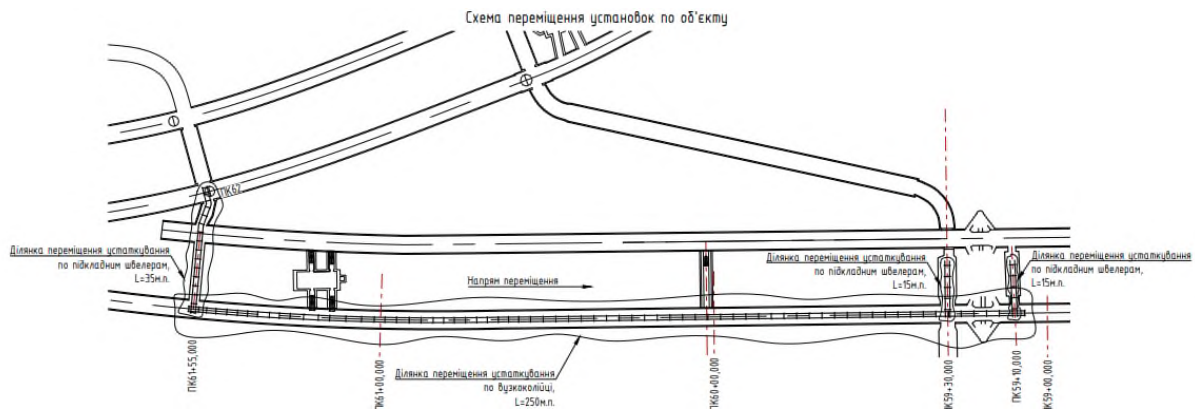


Рис. 2. Схема переміщення вантажу по тунелю

При виконанні робіт з реконструкції тунелів виникне потреба в доставці та розвантаженні габаритного (вагою 1,2 – 4 т.) обладнання (трансформатори, вентилятори, чіллери, тощо). Зважаючи на стиснені умови праці, варіанти по розвантаженню вище наведених вантажів дуже обмежені. Розглянемо можливий порядок виконання робіт:

- спочатку виконати монтаж підвісного кріплення: закріпити через отвори для болтового кріплення чавунних тубінгів дві монтажні скоби на двох суміжних кільцях; перед кріпленням скоб через них протягнути розподільчий ланцюг та підвісити ручну таль вантажопідйомністю не менше 5 тон;

- потім виконати стропування вантажу: при доставці вантаж стропується на площадці мотовозу;

- піднімання вантажу на мотовозі здійснюється за допомогою ручної талі: попередньо вантаж піднімається на мінімальну висоту (2 – 5 см) щоб впевнитись про відсутність деформацій, потім піднімається на 30 см. та мотовоз від'їжджає;

- опустити вантаж на тимчасову опорну раму: попередньо під вантажем здійснюється монтаж тимчасової опорної рами з дерев'яних підкладок або піддонів та паралельно змонтованих швелерів; потім, за допомогою драбини, ручною таллю опускається вантаж на змонтовану тимчасову раму.

- на останньому етапі, виконати доставку: на рамі вантаж стропується текстильними стропами та за допомогою лебідки переміщається до місця призначення.

Висновки. Запропоновані конструктивні рішення споруди подвійного призначення на основі недіючого тунелю метрополітену є актуальним та перспективним напрямком швидкого та економічного забезпечення цивільного населення укриттями від ударів з повітря.

Література

1. Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. (2023). Захисні споруди цивільного захисту (ДБН В.2.2-5:2023), 123 с.

2. Кравець, В. Г., Гайко, Г. І., Ган, А. Л., Ган, О. В., & Шайдецька, Л. В. (2023). Геоінженерія мегаполіса: підземна урбаністика. КПІ ім. Ігоря Сікорського «Політехніка», 660 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/65405>.

3. Бойко, В. В., Войтенко, Ю. І., Ган, А. Л., Хлевнюк, Т. В., Загоруйко, Є. А., & Ган, О. В. (2024). Оцінка сейсмостійкості об'єктів критичної інфраструктури з урахуванням їх власної гармоніки у вибуховому спектрі цивільного і воєнного характерів. Технічна інженерія, (1(93)), 308–315. [https://doi.org/10.26642/ten-2024-1\(93\)-308-315](https://doi.org/10.26642/ten-2024-1(93)-308-315).

ДО ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ РАЦІОНУ ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНОГО ХАРЧУВАННЯ ПРАЦІВНИКІВ ЗІ ШКІДЛИВИМИ ТА НЕБЕЗПЕЧНИМИ УМОВАМИ ПРАЦІ

*Денисова Н. М., доц. (каф. ХТЕ, НУ Чернігівська політехніка);
Буяльська Н. П., доц. (каф. ХТЕ, НУ Чернігівська політехніка)*

Анотація. На основі аналізу законодавчої та нормативної бази щодо сучасного стану системи пільг та компенсацій за роботу у шкідливих та небезпечних умовах праці, в контексті надання лікувально-профілактичного харчування встановлена необхідність оновлення раціонів, враховуючи комбінований вплив небезпек.

Ключові слова: лікувально-профілактичне харчування, раціони, шкідливі та небезпечні умови виробничі фактори

Abstract. In the context of providing therapeutic and prophylactic nutrition, the need to adjust rations, taking into account the combined effect of hazards, has been established based on the analysis of the legislative and regulatory framework regarding the current state of the system of benefits and compensation for work in harmful and hazardous working conditions.

Keywords: therapeutic and prophylactic nutrition, rations, harmful and hazardous production factors

Вступ. Кризова ситуація в нашій державі має всебічний вплив як на суспільство так і на промисловість. Підприємства, що забезпечують критично-важливі галузі, наразі відносять до таких, де присутні шкідливі та небезпечні умови праці. Працівники, що зайняті на таких роботах піддаються впливу цілого комплексу факторів. Віднесення тих чи інших видів робіт до певної категорії зі шкідливими та важкими умовами праці можливе тільки на підставі результатів атестації відповідних робочих місць за умовами праці.

Система пільг та компенсацій, за роботу у таких умовах, передбачає доплату до тарифної ставки, додаткову відпустку, пільгове пенсійне забезпечення, скорочений робочий день та надання лікувально-профілактичного харчування.

Лікувально-профілактичне харчування - це такий збалансований раціон харчування, що побудований з урахуванням метаболізму чужорідних сполук в організмі та ролі окремих компонентів їжі, що надають захисний ефект при зовнішньому впливі хімічних речовин або шкідливого впливу фізичних факторів виробництва з метою попередження розвитку професійних захворювань та отруєнь.

Відповідно до ст. 166 Кодексу законів про працю України та ст. 7 Закону України «Про охорону праці» [1] в якості лікувально-профілактичного харчування може бути надане працівникам, що зайняті на роботах із шкідливими умовами праці, право на безоплатне отримання молока або рівноцінних харчових продуктів. Але на зараз присутня деяка неузгодженість

законодавчої бази, оскільки нормативні документи, що діяли стосовно цього (Постанова ВРУ від 12.09.91 № 1545-ХІІ та ін.) скасовані, тому роботодавець самостійно вирішує, в якій кількості може надавати молоко або інші рівноцінні харчові продукти працівникам, зайнятим на роботах зі шкідливими умовами праці. Такі заходи наводяться роботодавцем в колективному договорі або угоді з відповідним зазначенням посад та професій.

Аналіз статистичної інформації щодо кількості профзахворювань, зафіксованим Пенсійним фондом в Україні [2] показав, що динаміка невтішна, відслідковується поступове збільшення. Тому надзвичайної актуальності мають питання пов'язані з профілактикою негативних впливів умов праці на здоров'я працюючих.

Аналіз стану питання. Теоретичну основу лікувально-профілактичного харчування становлять принципи підбору раціону з урахуванням метаболізму ксенобіотиків в організмі та ролі окремих компонентів їжі, що надають захисний ефект при дії хімічних сполук або шкідливого впливу фізичних факторів виробництва [3].

Виділяють наступні види лікувально-профілактичного харчування: раціони ЛПХ (гарячі сніданки, обіди), молоко, вітаміни, пектини, пектиновмісні продукти або рівноцінні продукти [4].

Лікувально-профілактичне харчування має бути диференційованим та враховувати патогенетичні механізми дії шкідливих факторів виробництва, а також:

- підвищувати захисні функції фізіологічних бар'єрів, перешкоджаючи проникненню шкідливих хімічних речовин усередину організму, та забезпечувати стійкість до впливу несприятливих чинників довкілля;
- сприяти посиленню процесів зв'язування та виведення отрут або продуктів їхнього обміну з організму;
- сприяти коригуванню біотрансформації промислових отрут шляхом окислення, метилювання, дезамінування та інших процесів, спрямованих на утворення в організмі слаботоксичних продуктів обміну або блокувати, гальмувати ці реакції, якщо виникають продукти обміну, токсичніші за вихідні;
- покращувати функціональний стан органів і систем, переважно уражених шкідливими виробничими факторами, підвищувати антитоксичну функцію печінки, особливо при впливі гепатотропних отрут;
- компенсувати дефіцит харчових речовин, що виникає під впливом шкідливих виробничих факторів, особливо тих, які не синтезуються в організмі;
- надавати сприятливу дію на ауторегуляторні реакції організму, у тому числі на нервову та ендокринну регуляцію імунної системи, обмін речовин;
- сприяти підвищенню загальної опірності організму та його адаптаційних резервів, поліпшення самопочуття, зниження загальної та професійної захворюваності, продовження активного життя.

Але разом з розвитком наук про харчування відмічена деяка відсутність механізму взаємодії учасників процесу організації лікувально-профілактичного

харчування підприємств з науковими розробками дослідницьких колективів та призводить до низької ефективності цієї складової системи в нашій державі.

Мета роботи: дослідити сучасний стан науково-дослідних робіт з питань забезпечення працівників лікувально-профілактичним харчуванням.

Методики, матеріали і результати досліджень. На підставі результатів наукових досліджень [4-6] розроблено патогенетично обґрунтовані раціони та страви лікувально-профілактичного харчування, що побудовані з урахуванням захисного впливу окремих замінних та незамінних харчових речовин. Залежно від виду професійної діяльності видається один із 6 раціонів лікувально-профілактичного харчування. Встановлені норми продуктів для кожного раціону мають певну лікувально-профілактичну спрямованість, у зв'язку з чим заміна продуктів у раціонах допускається лише у виняткових випадках і лише в межах норм взаємозамінності.

Таблиця 1.

Рекомендації до формування раціону лікувально-профілактичного харчування

Раціони ЛПХ	Шкідливі виробничі чинники	Продукти харчування, що можуть бути рекомендовані у раціоні
№1	Радіонукліди та іонізуюче випромінення	Сир кислий та твердий, молоко, кисломолочні напої, бобові, особливо соя, овочі, фрукти, ягоди, морські водорості, зернові, м'ясні та рибні продукти, курячі яйця, печінка, рослинна олія. Додатково до раціону додається 150 мг аскорбінової кислоти.
№2	Сполуки фтору, лужні метали, хлор та його неорганічні сполуки, ціаністі сполуки, оксиди азоту, фосген, кислоти	Молоко, м'ясо, риба, рослинна (нерафінована) олія, сир кислий та твердий. Додатково 2 мг вітаміну А, 150 мг аскорбінової кислоти.
№2а	Хром, хромвмісні сполуки, інші хімічні алергени	Кислий сир, яловичина, м'ясо кроля, курчата, короп, печінка, серце, нерафінована олія, сметана, молоко, кисломолочні, зернові продукти, риба порід скумбрієвих, лососевих, тверді сири, томати, банани, пиво, морепродукти, міцні бульйони та екстрактивні речовини, столові мінеральні води типу нарзан), вітаміни (С, Р, М, РР, ІІ, Е, А, β-каротиноїди), пектин, лужні елементи.
№3	Неорганічні та органічні сполуки свинцю	Повноцінні білки, мінеральні елементи лужної спрямованості, в тому числі магній, фруктові та овочеві страви (пюре, салати), соки з м'якоттю. Додатково до раціону додають 150 мг аскорбінової кислоти

№4	Хлоровані вуглеводні, сполуки миш'яку, телуру, ртуті	М'ясо, риба, молоко, кислий сир, курячі яйця, рослинні олії, молочні жири, вітаміни кровотворних мікроелементів. Додатково додають 150 мг аскорбінової кислоти та 2 мг тіаміну
№4а	Фосфор і фосфорвміські сполуки в умовах хімічного виробництва (неорганічні продукти)	Зернові та зернобобові, макаронні вироби, хлібобулочні вироби, молоко, кисломолочні, рослинні жири, овочі та баштанні культури, фрукти, солоні овочі, рибопродукти
№4б	Аміно- та нітросполуки бензолу в умовах хімічного виробництва (органічні продукти)	Хліб житній, пшеничний, макаронні вироби, крупи, яловичина, свинина, м'ясо кролів, курей, печінка, молоко та молочні продукти (сир, сметану, вершкове масло), соняшникова олія (нерафінована), риба річкова та океанічна (нежирні сорти), овочі, фрукти, соки фруктові та овочеві
№5	Тетраетилсвинець, бромовані вуглеводні, сірковуглець, сполуки марганцю і барію	Нежирне м'ясо, печінка, рибопродукти, яйця, молоко та молочні продукти, рослинні олії, зернові продукти). Додатково додають 150 мг аскорбінової кислоти і 4 мг тіаміну.
	Аліфатичні і ациклічні вуглеводні, галогенпохідні вуглеводнів жирного і ароматичного ряду, хлорпохідні одноциклічних багатоядерних вуглеводнів, спирти, феноли, ефіри ациклічного і аліфатичного ряду та їх галогенпохідні, ефіри фенолів, органічні оксиди та перекиси, тіоспирти, тіофеноли, тіоефіри, альдегіди і кетони, органічні кислоти, складні ефіри і амідні кислот фосфору, нітро- та аміносполуки жирного поліметиленового і ароматичного ряду та їх похідні, бензо-, нафта- і антрахінони, органічні барвники, гетероциклічні сполуки, алкалоїди, аерозольні сполуки кремнію (більше ніж 10% вільного двооксиду	Молоко

	кремнію), сполуки сірки, азоту, фосфору, галогени і галогенпохідні, різні метали та їх сполуки, метанол, антибіотики, компоненти мікробіологічного походження, похідні сильнодіючих лікарських речовин списку А і Б, усі види сажі, пестициди	
	Неорганічні сполуки свинцю	Кисломолочні продукти і пектин
	Висока температура та інтенсивне тепловипромінення, нікотин у вигляді аерозолі	Вітамінні препарати

Таким чином, можна зауважити, що до цього часу підставою для надання працюючим ЛПХ була зайнятість їх у шкідливих умовах праці, що характеризуються підвищеною небезпекою розвитку захворювань з тимчасовою втратою працездатності та професійних захворювань. Але розуміння ролі множинних процесів внутрішнього захисту організму та метаболізму чужорідних речовин може надати можливості щодо регуляції з відношення цих процесів та цілеспрямованого впливу на їх біологічні ефекти.

Висновки. Виходячи з наведеного актуальності набуває питання надання працюючим у шкідливих та небезпечних умовах лікувально-профілактичного харчування в комплексах заходів з охорони праці. Обов'язковість видачі таких засобів профілактичного впливу на здоров'я працюючих на сьогодні законодавчо не узгоджено. Склад та наповненість раціонів лікувально-профілактичного харчування розроблявся на протязі останнього сторіччя. Розроблені раціони базувались лише на результатах впливу на працівника зовнішніх шкідливих та небезпечних факторів без урахування комплексної їх дії, а також особливостей метаболізму. Зазначені питання потребують подальших досліджень.

Література

1. Лікувально – профілактичне харчування. [Електронний ресурс]. Режим доступу URL: <https://pro-op.com.ua/article/517-lkuvalno-proflaktichne-harchuvannya-pratsvnikv-zaynyatih-na-robotah-z-shkdlivimi-umovami>
2. ФССУ: Кількість профзахворювань збільшилася на 31,6% за річними підсумками. [Електронний ресурс]. Режим доступу URL:

<https://www.kmu.gov.ua/news/fssu-kilkist-profzahvoryuvan-zbilshilasya-na-316-zarichnimi-pidsumkami>

3. Висловух А. М. Безпека харчування як основа безпечної життєдіяльності людини: навчальний посібник. К. : Видавництво Ліра-К, 2018. 250 с.

4. Основи харчування : підручник / М. І. Кручаниця та ін. Ужгород : Вид-во УжНУ «Говерла», 2019. 252 с.

5. Павлоцька Л. Ф., Дуденко Н. В., Євлаш В. В. Фізіологія харчування. Харків : Світ книг, 2018. 416 с.

6. Vaclavik V. A. Christian E. W., Campbell T. Essentials of Food Science. Fifth Edition. Switzerland : Springer, 2021. 481 p.

СУЧАСНІ АСПЕКТИ МІЖНАРОДНОГО ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

*Калда Г. С., д.т.н., професор (Хмельницький національний університет, м. Хмельницький, Україна; Жешувський технічний університет, м. Жешув, Польща);
Тхужевська-Цесляк Б., д.т.н., професор (Жешувський технічний університет, м. Жешув, Польща);*

Живець Я., к.т.н. (Жешувський технічний університет, м. Жешув, Польща)

Анотація. Розглянуто питання змін у Міжнародному праві, що стосується цивільного захисту населення, на прикладі найближчих європейських сусідів України. Показано, як функціонує система цивільного захисту в Європі і які зміни сталися і в найближчому майбутньому стануться щодо законів, які мають на меті зберегти життя та здоров'я населення європейських країн, розуміючи наслідки війни Росії на території України, а також знаючи агресивну політику Росії щодо інших країн світу, в тому числі Європи.

Ключові слова: міжнародне право, цивільний захист, війна, евакуація.

Abstract. The issue of changes in International Law related to civil protection of the population was considered, using the example of Ukraine's closest European neighbors. It is shown how the system of civil protection in Europe functions, what changes have taken place and will take place in the near future regarding laws aimed at preserving the life and health of the population of European countries, understanding the consequences of Russia's war on the territory of Ukraine, as well as knowing Russia's aggressive policy towards other countries of the world, including Europe.

Keywords: international law, civil protection, war, evacuation.

Вступ. Російська агресія 2022 року щодо України поставила чимало питань перед світом, особливо перед Європою, чи так добре захищене населення кожної країни від можливого раптового та непередбачуваного вторгнення військ однієї країни на територію іншої.

Можна без перебільшення сказати, що найбільшій допомозі громадяни України у перші місяці війни отримали саме від польського народу. Це можуть підтвердити мільйони людей, яких на кордоні Україна-Польща зустрічали представники польської влади, волонтери, звичайні мешканці міст та сіл. Як надавали безкоштовний притулок, за власні кошти відвозили у різні куточки країни, допомагали переїхати у інші країни Європи, приносили їжу, одягу, медикаменти, іграшки для дітей. Лікарні надавали допомогу без черги і безоплатно.

Тоді всі країни зрозуміли, що цивільний захист населення будь-якої країни має бути переоцінений і реалізований з врахуванням воєнного часу сучасної війни.

Аналіз стану питання. Розглянуто питання щодо міжнародного права у сфері цивільного захисту, нові аспекти законів, пов'язані із воєнним станом в Україні та можливою агресією Росії щодо інших європейських країн. Обґрунтовується необхідність застосування запобіжних заходів з метою

захисту цивільного населення, перевірка об'єктів нападу на належність їх до цивільного населення, що мінімізують ризик випадкових втрат серед цивільних осіб, скасування нападів з високим ризиком завдання шкоди цивільним об'єктам, попередження про можливість нападів, які можуть завдати шкоди цивільному населенню, якщо це можливо [1,2]. Всі ці нові аспекти розглянуті у нових правових документах європейських країн.

Постановка проблеми. На жаль, все частіше цивільні особи стають жертвами збройних конфліктів, незважаючи на те, що міжнародне право вимагає, щоб об'єктами збройних нападів були лише військові об'єкти, а напади на цивільне населення заборонені. Однак війна в Україні та конфлікти на території інших держав показують, що цивільне населення не захищене під час збройного конфлікту. Відтак важливим уявляється вдосконалення існуючих методів захисту цивільного населення. Для цього необхідно проаналізувати поточний стан міжнародно-правового регулювання захисту цивільних осіб під час збройних конфліктів.

Метою статті є аналіз міжнародно-правового регулювання захисту цивільного населення під час війни та виявлення проблемних питань щодо діяльності органів управління у сфері цивільного захисту в умовах воєнного стану.

Виклад основного матеріалу. Військовий напад російської федерації на територію України хоч і був передбачуваним кроком, про який заздалегідь попереджали на усіх світових площадках масмедіа та міжнародних форумах, проте все одно став цілковитою приголомшливою несподіванкою для усього цивілізованого світу та народу України.

У даній статті ми розглянемо, як в країнах Європи, особливо у сусідів України, функціонує система цивільного захисту і які перетворення стались у цій системі завдяки війні в Україні.

Найважливішим документом міжнародного права, що стосується цивільного захисту, є Протокол I Женевської конвенції 1977 року, який Польща прийняла у вересні 1991 року. Згідно цього документу термін «цивільний захист» означає «виконання всіх або окремих гуманітарних завдань, спрямованих на захист цивільного населення від небезпек, що виникають у результаті військових дій або стихійних лих, і подолання їх безпосередніх наслідків, а також забезпечення умов, необхідних для виживання» [3,4].

Даний Протокол I також містить перелік основних завдань цивільного захисту, до яких відносяться [5]:

- служба попередження;
- евакуація;
- підготовка та організація укриттів;
- порятунок;
- надання медичної допомоги, в тому числі і релігійної;
- боротьба з вогнем;
- виявлення та ідентифікація небезпечних зон;

- захисні засоби;
- спеціальна допомога для відновлення та живлення джерел води в зонах лиха;
- тимчасове відновлення роботи магістральних комунікацій;
- поховання померлих;
- допомога у збереженні товарів, необхідних для виживання.

Міжнародний графічний знак цивільного захисту представлено на рис. 1.



Рис. 1. Міжнародний графічний знак цивільного захисту

Згідно з Міжнародним правом, майно, позначене цим знаком, не може бути конфісковано іноземними військами, а люди, які перебувають або керують ним, повністю захищені.

Надамо кілька понять та термінів із Міжнародного права з цивільного захисту, а саме:

1. Захист населення – це термін, що означає як діяльність державного управління, так і індивідуальну діяльність, спрямовану на забезпечення безпеки життя і здоров'я людей та їх майна.

2. Завдання цивільного захисту – це підтримання сприятливої екологічної обстановки, соціально-психологічна допомога постраждалим, їх правовий захист та навчання з питань поведінки під час катастроф, стихійних лих, збройних конфліктів та безпосередньо після них.

3. Основні причини створення цивільного захисту у світі – це атаки з використанням хімічної зброї та масові бомбардування великих міст під час двох світових війн у ХХ столітті, що змусило суспільство усвідомити, що наслідки війни відчувають не лише регулярні армії, а також і цивільне населення, а економічні наслідки відчуває весь світ, що спостерігається останні 2,5 роки.

4. Завдання цивільного захисту умовно поділяються на завдання мирного часу і завдання воєнного часу.

5. Обов'язки громадян у сфері цивільного захисту – це несення служби з цивільного захисту та участь у заняттях з безпеки та навчання з питань

загальної самооборони населення, а також виконання інших завдань, передбачених Законом.

Всі вище зазначені аспекти діють у країнах Євросоюзу. Але, з початком війни в Україні і Законом України «Про захист Вітчизни», що набрав чинності від 11 березня 2022 року, у Міжнародному праві з'явилися нові положення, пов'язані поєднати питання цивільного захисту, управління кризою та наслідками усунення кризових подій.

В Польщі на сьогодні розглядається новий проект Закону про цивільний захист, який базується на семи основних засадах, а саме [6,7]:

1. Система оповіщення і тривоги. Закон має на меті покласти на органи цивільного захисту обов'язок організувати системи моніторингу загроз, а також сповіщати, попереджати та оповіщати населення у разі виникнення загроз. Для цілей цивільного захисту передбачається створити національну систему зв'язку та оповіщень. Уряд хоче розробити сучасні системи оповіщення та сигналізації, наприклад EWS GALILEO.

2. Евакуація населення. Закон створить систему підготовки та проведення масової евакуації людей, а також визначення та підготовки місць тимчасової дислокації.

3. Укриття та схованки для населення. Закон передбачає створення системи обліку, утримання та будівництва аварійних укриттів і схованок для потреб населення, а також надання значної фінансової підтримки для реалізації цих проектів.

4. Зміцнення соціальної стійкості. Важливим елементом регулювання є підготовка суспільства до відповідної поведінки в небезпечних ситуаціях та навичок самозахисту. Для цього необхідно підвищити рівень обізнаності про ризики, організувати навчання та інструктування громадян щодо правил поведінки в кризових ситуаціях. Уряд має активніше залучатися до соціальних інформаційних кампаній.

5. Будівельні ресурси та споруди цивільного захисту. Закон визначатиме структуру та роль органів цивільного захисту на різних адміністративних рівнях, таких, як селище, район, область, країна, визначаючи завдання, повноваження та співпрацю. У ньому також будуть положення про створення та утримання ресурсів цивільного захисту.

6. Функціонування цивільного захисту під час війни. В акті будуть визначені методи функціонування системи цивільного захисту під час воєнного стану та формулювання цивільного захисту під час війни.

7. Фінансування цивільного захисту та страхування цивільної відповідальності – мінімум 0,3% ВВП. Частина цих фінансів має надходити з бюджету Міністерства внутрішніх справ, а частина – з бюджету області.

Акт, підготовлений Міністерством внутрішніх справ та Міністерством національної оборони, не стосуватиметься питання врегулювання кризових ситуацій та надзвичайного стану. Це питання регулюється чинним законодавством.

Згідно нового законодавства, відповідати за захист населення буде не начальник Державної пожежної охорони, як це було раніше, а Міністр внутрішніх справ. Якщо буде оголошено воєнний стан, він буде начальником цивільної оборони. Новим суб'єктом системи стане Урядовий штаб цивільного захисту. Він має бути консультативно-дорадчим органом державної адміністрації з питань цивільного захисту/страхування цивільної відповідальності. До нього входитимуть як голова – міністр, відповідальний за внутрішні справи, і члени – представники міністра національної оборони та міністри, відповідальні за державне управління, державне майно, комп'ютеризацію, зв'язок і охорону здоров'я. До складу команди також увійдуть заступники міністрів з міністерств фінансів, культури та національної спадщини, інфраструктури, освіти, транспорту та сільського господарства. Також до складу органу увійдуть головний командувач Державної пожежної охорони, директор Урядового центру безпеки та президент Урядового агенства стратегічних резервів (для підтримки здатності до захисту населення та цивільної оборони, включаючи забезпечення провіантом і засобами, необхідними для виживання).

Запропонований Закон спрямований на посилення ролі Центру державної безпеки, який буде провідним на центральному рівні з інформування та оповіщення населення про загрози. Місцева влада повинна буде підготувати точні плани. Одним із стовпів нової системи стануть рішення щодо евакуації та прийому людей. Керівники селищ, районів, міст повинні будуть підготувати точні плани щодо евакуації людей у безпечні місця. Плани будуть включати кількість людей, які підлягають евакуації в даній зоні; перелік об'єктів культурної та національної спадщини, які заплановано до евакуації на даній території; перелік доріг і залізничних колій, які будуть використовуватись під час евакуації; перелік житлових місць, підготовлених для розміщення евакуйованого населення; перелік необхідних сил і транспортних засобів, необхідних для проведення евакуації в даному районі.

Проведене дослідження дає підстави стверджувати, що в умовах повномасштабного вторгнення Росії на територію України надзвичайно важливим є вирішення питання щодо захисту цивільного населення. Аналіз міжнародних механізмів захисту дає підстави стверджувати, що існує значна кількість міжнародно-правових актів, покликаних здійснювати захист цивільного населення під час війни, серед яких чотири Женевські конвенції 1949 року, Декларація про захист прав жінок і дітей в надзвичайних обставинах і в період збройних конфліктів та загальні договори з захисту прав людини. При цьому окремі категорії людей, такі як жінки та діти, користуються особливим захистом під час війни.

Висновки. Враховуючи вище викладене, можна зробити висновок, що державні структури разом з науковцями все частіше звертають увагу на ті проблеми, які з'являються в умовах воєнного стану на різних рівнях, у різних сферах діяльності суспільства та докладають зусиль, аби їх вирішити, вишукують шляхи їх вирішення на державному рівні та на рівні територіальних

громад, стараються знайти різні способи організації взаємодії та навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях.

Література

1. Про організацію функціонування єдиної державної системи цивільного захисту в умовах воєнного стану: розпорядження Кабінету Міністрів України від 24.02.2022 р. № 179. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/179_2022%D1%80#Text.

2. Про затвердження Порядку проведення евакуації у разі загрози або виникнення надзвичайних ситуацій: постанова Кабінету Міністрів України від 30.10.2013 р. No 841. Дата оновлення: 10.03.2023. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/841_2013%D0%BF#Text.

3. Конвенція Про захист цивільного населення під час війни від 12 серпня 1949 року. Законодавство України. URL: <http://surl.li/eiho>.

4. Додатковий протокол до Женевських конвенцій від 12 серпня 1949 року, що стосується захисту жертв міжнародних збройних конфліктів (Протокол I), від 8 червня 1977 року. Законодавство України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_199.

5. Robert Horbaczewski. Projekt ustawy o ochronie ludności przyjęty przez Radę Ministrów. 2024.

6. Case of Isayeva v. Russia (Application №. 57950/00), European Court of Human Rights, Judgment of 24 February 2005. URL: <https://hudoc.echr.coe.int/rus?i=001-126122>.

7. Case of Georgia v. Russia (II) (Application № 38263/08), European Court of Human Rights, Judgment of 21 January 2021. URL: [https://hudoc.echr.coe.int/fre#{%22itemid%22:\[%22001-207757%22\]}](https://hudoc.echr.coe.int/fre#{%22itemid%22:[%22001-207757%22]}).

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИКОНАННЯ І ПЕРЕВІРКИ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ ЗА ДОПОМОГОЮ МОЖЛИВОСТЕЙ ПЛАТФОРМИ MOODLE

Качинська Н. Ф., ст. викл., Полукаров О. І., к.т.н., доц., Полукаров Ю. О., к.т.н., доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. В даній статті автори діляться власним баченням використання можливостей застосунку Moodle для підвищення ефективності виконання навчального плану в умовах, що склалися. Продемонстровано варіант дистанційного курсу з можливістю повністю самостійного (зокрема, дострокового) опрацювання освітнього компоненту.

Ключові слова: Moodle, дистанційне навчання, дистанційний курс.

Abstract. In this article, the authors share their own vision of using the possibilities of the Moodle application to improve the effectiveness of the curriculum. The version of the distance course with the possibility of completely independent (in particular, early) processing of the course is demonstrated.

Keywords: Moodle, distance learning, distance course.

Вступ. Пандемія COVID-19, а потім початок повномасштабної війни актуалізували розвиток та повсякденне використання технологій дистанційного навчання. Однією з найпопулярніших платформ дистанційного навчання у всьому світі по праву вважається Moodle, яка надає учасникам освітнього процесу широкий функціонал можливостей та комунікацію. Тим не менше, наповнення дистанційних курсів, а отже і їхніх можливостей, багато в чому залежить саме від знань та навичок розробників (викладачів).

Аналіз стану питання. Попри стрімкий розвиток навчальних інформаційних технологій і платформ, ще й досі найбільш розповсюдженою технологією перевірки виконаних завдань викладачами є надсилання студентами файлів. При цьому викладач має спочатку скачати цей файл, потім відкрити його у відповідному застосунку і лише після цього ознайомитись зі змістом та якимось чином позначити місця, які не відповідають вимогам, або містять помилки. Потім все відбувається у зворотному порядку. Інколи викладач під час пари спілкується з приводу помилок з кожним студентом, що призводить до невинуватених втрат часу, адже інші студенти мають чекати своєї черги. Тобто більшість учасників навчального процесу, які працюють за приблизно таким принципом, зазнають колосальних втрат власного і робочого часу на пересилки файлів та очікування відповідних результатів.

Мета роботи: поділитися власним баченням і досвідом використання можливостей застосунку Moodle для підвищення ефективності навчального процесу.

Методики, матеріали і результати досліджень. Потужні технічні можливості системи Moodle, яка діє на платформі Сікорський, дають змогу викладачам КПІ ім. Ігоря Сікорського розробляти дистанційні курси

навчальних дисциплін на дуже високому сучасному рівні [1, 2]. Однак, спочатку, безумовно, потрібно продумати як адаптувати особливості тих чи інших робіт та вигляд очікуваних результатів під технічні можливості системи. Адже, якщо робота не є 100% творчою, а скоріш розрахунковою, то такі роботи, зазвичай, мають певну кількість варіантів, які видаються студентам, а й, звісно, мають формалізовані відповіді (числові, або словесні). Такі роботи нами було розбито на окремі логічні ділянки, а розробка самого завдання та форм презентації результатів надавалася у вигляді тестового опитування.

За чотири роки використання цього методу перевірки набутих знань і навичок при проходженні відповідних тем дисципліни, було отримано багато наробок. Адже подібні завдання було розроблено вперше (до цього часу ніде в доступних засобах інформації таким досвідом ніхто не ділився).

Відтепер за розробленою технологією процес виконання та перевірки практичних і лабораторних робіт дає можливість кожному студенту самостійно відслідковувати й вчасно коригувати результат. Для цього всі завдання з електронними протоколами в нашому випадку мають дві спроби виконання (може бути будь-яка кількість спроб з різними сценаріями). Після першої спроби студент може одразу побачити результат з позначенням усіх зроблених ним помилок й за бажанням зробити ще раз вже оновлений варіант завдання, тобто використати другу спробу, щоб покращити загальний результат.

Наведемо скріншоти з прикладами частин протоколів виконаних робіт.

Рис. 1. ілюструє приклад завдання з варіантами відповідей у вигляді списків, з яких потрібно обрати правильний.

Питання 1
Не завершене
Макс. оцінка
до 11,00

Для визначення наслідків НС, що сталася на вибухонебезпечному об'єкті, **потрібно користуватись відповідними методичними вказівками до виконання практичної роботи по пр**

Зони осередку вибуху газоповітряної суміші:
1 – зона летючої хвилі (r_1); 2 – зона дії продуктів вибуху (r_2);
3 – зона дії повітряної ударної хвилі (r_3)

Вихідні дані:
будівля - з **металевого каркаса і бетонним заповненням**, що знаходиться на відстані 1 км від епіцентру вибуху в зоні дії повітряної ударної хвилі внаслідок вибуху пропану.
верстаті - **середні**,
контрольно-вимірвальна апаратура - **наявна**,
кабельні лінії - **наземні**,
вогнестійкість несучих стін - **2,5 год**, мікроверхових переkritтів - **1 год**,
категорія виробництва з пожежної безпеки - **Г**,
щільність забудови об'єкту - **36%**,
надмірний тиск - **28 кПа**.

1. Ступінь руйнування будівлі: **середній**

Характеристика руйнувань будівлі: **середній**

2. Ступінь руйнування верстатів: **середній**

Характеристика руйнувань верстатів: **середній**

3. Ступінь руйнування контрольно-вимірвальної апаратури: **наявна**

4. Ступінь руйнування кабельних ліній: **наземні**

5. Характеристика уражень людей в будівлі: **середній**

6. Ступінь вогнестійкості будівлі: **2,5 год**

Рис. 1. Приклад навчального завдання з варіантами відповідей у вигляді списків, з яких потрібно обрати правильний

Далі наведено приклад частини вже зробленого та перевіреного електронного протоколу (рис. 2). В даному випадку в клітині треба було вдрукувати відповіді, а також тут видно як виглядає результат перевірки правильності: червоним хрестиком позначено помилку. Також тут видно, що завдання другого питання має діюче посилання на посібник з лекційним матеріалом, який розташовано в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського, що є зручним для студентів і пришвидшує виконання цього пункту завдання.

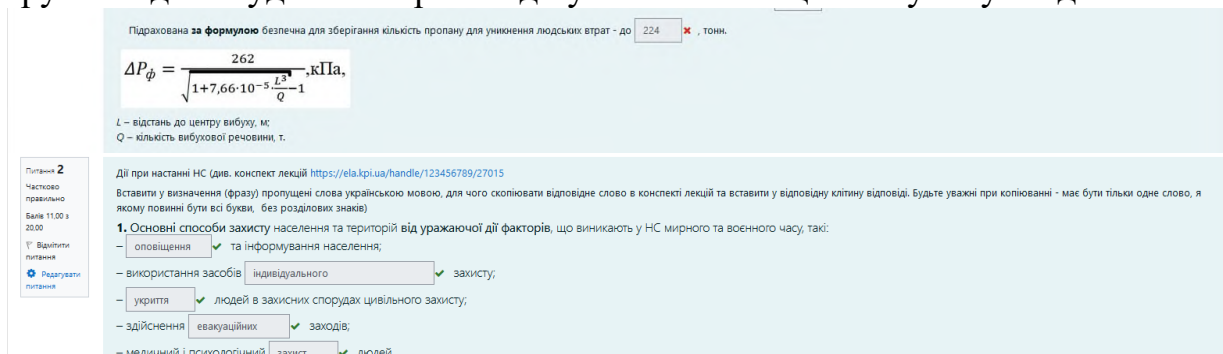


Рис. 2. Приклад частини вже зробленого та перевіреного електронного протоколу

До того ж для всіх учасників навчального процесу дуже зручним є можливість створення розгалуженого журналу оцінок з відокремленням відповідних блоків.

На рис. 3 наведено приклад організації журналу оцінок, де студент бачить умовні назви завдань з інтервалами балів, а також суми балів, як за частини курсу, так і загальний результат. Окрім оцінок наявні деякі додаткові можливості більш повного бачення загальної картини результатів проходження курсу.

Елемент оцінювання	Обрахована значимість	Оцінка	Інтервал	Відсоток	Відук	Внесок у підсумок курсу
Сюжетна праця та цивільний захист (дистанційний курс для ПБФ)						
Загальне за курс	-	0,00	0-100	0,00 %	-	-
Тести МНМ 1, 2, 3						
Тести МНМ 1, 2, 3 загалом	40,00 %	0,00	0-40	0,00 %	-	-
ТЕСТ 1.ВКД	25,00 %	-	0-10	-	0,00 %	-
ТЕСТ 2.ІВЗ	25,00 %	-	0-10	-	0,00 %	-
ТЕСТ 3.ОП	50,00 %	-	0-20	-	0,00 %	-
Зайкові тести						
Зайкові тести загалом	0,00 % (Порожньо)	-	0-30	-	-	-
Зайкові експериментальні	0,00 % (Порожньо)	-	0-30	-	0,00 %	-
Алгоритмічний завдання для тем, що отримав більше 74 балів	0,00 % (Порожньо)	-	0-65	-	0,00 %	-
Практичні роботи						
Практичні роботи загалом	54,00 %	0,00	0-54	0,00 %	-	-
РР-2 курс в-протокол	7,41 %	-	0-4	-	0,00 %	-
РР-3 навів в-протокол	7,41 %	-	0-4	-	0,00 %	-
РР-4 РД	1,85 %	-	0-1	-	0,00 %	-
опитування РР-4 РД	20,37 %	-	0-11	-	0,00 %	-

Рис. 3. Приклад організації журналу оцінок з можливістю для студентів бачити набрані бали за конкретне завдання та суму набраних балів за курс

При цьому зазначені умовні назви завдань блакитного кольору також є активними посиланнями на ці завдання. Тобто студент, побачивши невиконане завдання, може одразу не виходячи з журналу, натиснувши на умовну назву й потрапити до самого завдання, щоб розпочати його виконання.

Висновки. Отже, в складні часи, які зараз переживає наша країна, студенти, завдяки платформі Moodle отримали можливість виконувати завдання дистанційно, асинхронно, у зручний для них час. Головне – вміти користуватися широким арсеналом функцій та можливостей, що надає нам дана система. Гнучкість системи, потужний функціонал, інтерактивність, широкий спектр форм контролю, можливість планування навчальних модулів – далеко не повний перелік безсумнівних переваг Moodle.

Література

1. Зуєнко, Н., Лупак, Н., Денисенко, Н., Шкурко, В., & Паньковець, В. (2023). Moodle як основа системи дистанційного навчання та формування електронного освітнього середовища. Перспективи та інновації науки, (8 (26)). <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/28729>.
2. Dyshkant, O., Babiichuk, I., & Romaniuk, N. (2023). Особливості дистанційного навчання на базі платформи MOODLE в підготовці фахівців сфери цивільного захисту. Distance Education in Ukraine: Innovative, Normative-Legal, Pedagogical Aspects, (2), 196-206. <https://doi.org/10.18372/2786-5495.1.17322>.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕК ПРИ ОЦІНЦІ РИЗИКІВ МАШИН ТА УСТАТКУВАННЯ

*Капитанов С. Ф., к.т.н., доц., Демчук Г. В., к.т.н., доц.
(каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Сиваченко В. А., студ. (гр. ОТ-11, ІАТЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. Проаналізовано основні підходи, принципи та методи ідентифікації небезпек, рекомендовані до застосування стандартами ISO 14121 та ISO 12100 для проведення процедури оцінки ризику з метою забезпечення прийняттого рівня безпеки машин та устаткування. Надані рекомендації щодо практичної реалізації вимог даних стандартів.

Ключові слова: ідентифікація небезпек, оцінка ризику, безпека машин.

Abstract. The main approaches, principles and methods of hazard identification, recommended for use by the ISO 14121 and ISO 12100 standards for carrying out the risk assessment procedure in order to ensure an acceptable level of safety of machines and equipment, are analyzed. Recommendations on the practical implementation of the requirements of these standards are given.

Keywords: hazard identification, risk assessment, safety of machinery.

Вступ. Згідно із діючими в сфері безпеки сучасними стандартами, для забезпечення прийнятних рівнів ризиків щодо можливого негативного впливу на обслуговуючий персонал небезпечних та шкідливих виробничих факторів, спроектовані машини та устаткування повинні гарантовано забезпечувати необхідний рівень безпеки та контролю на протязі всього життєвого циклу незалежно від існуючих умов експлуатації.

Згідно з діючими вимогами з безпеки, передбачається, що будь яка пов'язана з машиною та обладнанням небезпека рано чи пізно призведе до завдання шкоди, якщо її не усунути або не вжити необхідних захисних заходів.

При проведенні процедури оцінки ризику або ймовірності настання небезпечної події будь-якої машини та устаткування одним з найважливіших етапів даної процедури є необхідність систематичної ідентифікації прогнозованих небезпек та небезпечних подій, які можуть мати місце протягом їх життєвого циклу, у тому числі під час:

- а) транспортування, складання та монтажу;
- б) введення в експлуатацію;
- в) експлуатації;
- г) виведення з експлуатації, демонтажу та утилізації.

У даній роботі, з урахуванням діючих положень стандартів ISO 14121-1 [1], ISO 14121-2 [2] та ISO 12100 [3], на основі якого було розроблено вітчизняний стандарт ДСТУ EN ISO 12100 [4], виконано аналіз основних підходів, принципів та методів ідентифікації небезпек при проведенні процедури оцінки ризику для забезпечення прийняттого рівня безпеки машин та

устаткування протягом усього їх життєвого циклу, а також надані рекомендації щодо практичної реалізації існуючих вимог даних стандартів.

Аналіз стану питання. Будь-яка машина або устаткування є потенційними джерелами небезпеки, як при безвідмовному виконанні ними функцій за призначенням, так і у разі критичної відмови.

Небезпека заподіяння шкоди життю та здоров'ю людей, навколишньому середовищу, життю та здоров'ю тварин, майну фізичних та юридичних осіб, що створюється машиною та устаткуванням при безвідмовному виконанні ними функцій за призначенням, може включати у себе можливість завдання шкоди:

- внаслідок безпосереднього впливу на них з боку машини та устаткування (термічна, хімічна, радіаційна, електрична, механічна небезпеки, шум, вібрація тощо);
- при спрацьовуванні аварійного скидання робочого середовища безпосередньо в атмосферу (термічна, хімічна, радіаційна, екологічна, механічна небезпеки);
- при порушенні техніки безпеки в процесі експлуатації машин та устаткування;
- при наявності інших небезпечних факторів, якщо вони притаманні машині або устаткуванню.

Небезпека заподіяння шкоди життю та здоров'ю людей, навколишньому середовищу, життю та здоров'ю тварин, майну фізичних та юридичних осіб, що створюється машиною та устаткуванням у разі критичної відмови може включати у себе можливість завдання шкоди:

- при втраті герметичності машини та устаткування;
- через невиконання машиною або устаткуванням функцій за призначенням, що призвело до руйнування системи, у складі якої функціонує машина та устаткування, та ін.

Для мінімізації негативного впливу усіх вищезгаданих небезпек, розробник вже на етапі проектування машин та устаткування повинен з урахуванням діючих вимог сучасних стандартів в сфері безпеки ідентифікувати існуючі небезпеки для виконати попередню оцінку всіх існуючих ризиків настання небезпечних подій на всіх етапах життєвого циклу машин та устаткування (розробка, виготовлення, експлуатація, утилізація), а також передбачити весь необхідний комплекс заходів щодо забезпечення допустимого рівня ризику та зниження ймовірності настання вірогідних небезпечних подій, що, в свою чергу, і повинно дозволити гарантовано забезпечити прийнятний рівень безпеки спроектованих машин та устаткування при їх подальшій експлуатації.

Належні заходи щодо усунення джерела небезпеки або зниження пов'язаного з ним ризику можуть бути вжиті лише після ідентифікації цього джерела. Цей процес полягає у встановленні операцій, які виконують машина та устаткування, та завдань, які виконують взаємодіючі з ними особи. При цьому необхідно враховувати різні деталі, механізми та функції машини та устаткування, оброблювані матеріали та, якщо необхідно, умови навколишнього середовища, в яких експлуатують машину та устаткування, а

також можливі критичні відмови та критичні впливи машини та устаткування, а також їх наслідки.

Мета роботи. З урахуванням положень діючих стандартів ISO [1-3] виконати аналіз основних підходів, принципів та методів ідентифікації небезпек при проведенні процедури оцінки ризику для забезпечення прийняттого рівня безпеки машин та устаткування протягом усього їх життєвого циклу, а також надати рекомендації щодо практичної реалізації вимог даних стандартів.

Методики, матеріали і результати досліджень. Згідно з положеннями стандартів ISO [1-3], в процесі ідентифікації небезпек, в першу чергу, необхідно скласти перелік небезпек та небезпечних подій, який дозволив би описати всі можливі сценарії критичних відмов та впливів та їх наслідків та зрозуміти, як і коли розвиток небезпечної події може призвести до заподіяння шкоди.

При ідентифікації небезпек і розробці захисних заходів слід обов'язково використовувати стандарти, що безпосередньо стосуються машин та устаткування даного типу або характерних для них небезпек.

Ідентифікація небезпек є важливим етапом оцінки ризику, оскільки тільки після того, як небезпека буде ідентифікована, можуть бути вжиті будь-які дії щодо її зниження.

Слід зазначити, що наявність неідентифікованих небезпек може призвести до значної шкоди. Тому важливо, щоб процес ідентифікації небезпек проходив якомога більш систематично та комплексно, з урахуванням усіх шкідливих та небезпечних факторів.

Під час ідентифікації небезпек необхідно також обов'язково розглянути всі завдання, що виконуються протягом усіх перелічених вище фаз життєвого циклу машини та устаткування. Також повинні бути розглянуті завдання, що стосуються наступних категорій:

- налаштування та тестування;
- навчання/програмування;
- зміна виробничого процесу/інструменту;
- запуск та всі передбачені режими роботи;
- дії при досягненні граничного стану та виникнення критичних відмов;
- живлення машини та устаткування;
- видалення продукції;
- зупинка та аварійна зупинка, перезапуск після незапланованої зупинки;
- пошук причин відмов та їх усунення (втручання оператора);
- профілактичне та позапланове технічне обслуговування.

Крім того, необхідно ідентифікувати прогнозовані джерела небезпеки та небезпечні події, які не мають прямого відношення до завдань (наприклад, сейсмічні явища, удари блискавок, надмірні випадання снігу та ін.).

Рекомендовані стандартами ISO методи та принципи ідентифікації небезпек. Найбільш ефективними методами ідентифікації небезпек є структуровані: вони дозволяють ретельно розглянути всі етапи життєвого

циклу машини та устаткування, всі режими роботи, також всі функції, які вони виконують.

Існують різноманітні структуровані методи ідентифікації небезпек. У загальному випадку слід дотримуватися одного з двох наведених нижче принципів (див. рис. 1).

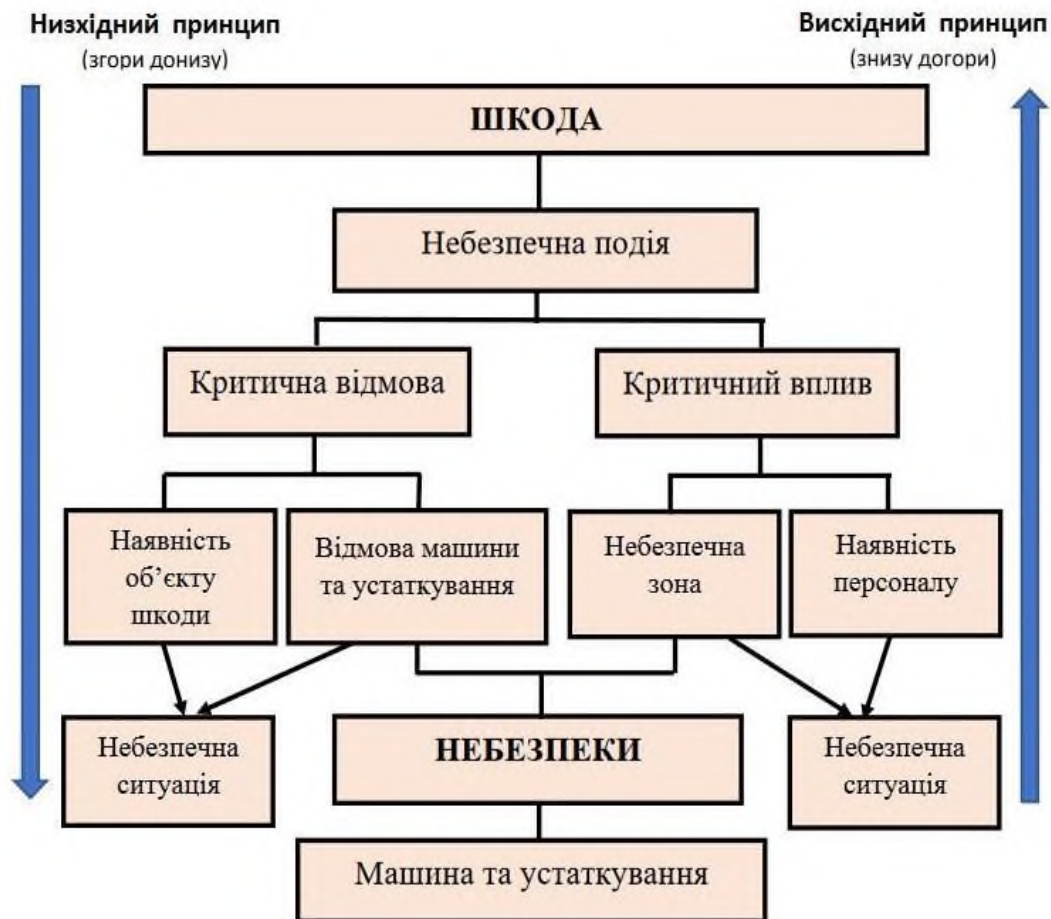


Рис. 1. Низхідний та висхідний принципи ідентифікації небезпек

Низхідний (згори донизу) принцип ідентифікації небезпек передбачає, що як відправна точка використовується контрольний перелік потенційних наслідків відмов та впливів (для зручності перелік надається у вигляді таблиці за відповідною формою), на підставі якого робляться висновки про те, що саме може спричинити ці шкоди. Таким чином, даний принцип передбачає, що виявлення небезпек здійснюють виходячи з переліку небезпечних подій.

Кожен із пунктів цього переліку розглядають стосовно всіх етапів життєвого циклу машини та устаткування, а також усіх їх складових частин, функцій та завдань. Одним з недоліків низхідного принципу ідентифікації небезпек є те, що перелік потенційних наслідків відмов та впливів, який використовується в якості основи може бути неповним. При цьому група виконавців, які мають недостатній досвід, може цього і не помітити. Таким чином, контрольні переліки не можна розцінювати як вичерпні, але можна використовувати як основу для креативного мислення.

При використанні висхідного (знизу вгору) принципу ідентифікації небезпек розглядають усі можливі небезпеки. При цьому для кожної небезпеки (наприклад, відмова компонента машини, помилка оператора, несправність або непередбачена робота машини та обладнання) встановлюють можливі наслідки її виникнення та шкоду, до якої вона може призвести. Висхідний принцип ідентифікації небезпек є більш комплексним, ніж низхідний, і дозволяє більш ретельно ідентифікувати небезпеки, проте вимагає більше часу.

Також слід зазначити, що інформація, що накопичується під час ідентифікації небезпек, має бути обов'язково збережена. При цьому слід використовувати таку систему збереження, яка дозволяє якомога чіткіше описати наступні аспекти:

- а) джерело небезпеки та її місцезнаходження (небезпечна зона);
- б) небезпечний вплив (на різні типи людей, наприклад, виробничий персонал, який виконує технічний обслуговування, оператори, перехожі тощо, а також з урахуванням завдань/роботи, при виконанні яких вони наражаються на небезпеку, і можливих критичних відмов);
- в) шкоду, яку може бути завдано при настанні критичної відмови або внаслідок критичної дії.

За можливості на цьому етапі оцінки ризику бажано також враховувати:

- характер та ступінь тяжкості шкоди (наслідків) у термінах, що відносяться до даних машини та обладнання (наприклад, затискання пальців при низхідному русі преса під час регулювання положення заготовки);
- захисні заходи та їх ефективність.

Висновки. Проведений у даній роботі аналіз сучасних підходів, принципів та методів ідентифікації небезпек при проведенні процедури оцінки ризику за стандартами ISO 14121-1, ISO 14121-2 та ISO 12100 для забезпечення прийняттого рівня безпеки машин та устаткування протягом усього їх життєвого циклу, а також надані рекомендації щодо практичної реалізації вимог даних стандартів на цьому етапі оцінки, дозволяє виокремити вже на етапі ідентифікації небезпек ті найважливіші вимоги й параметри, які необхідно забезпечити для отримання максимально можливого рівня безпеки машин.

Література

1. ISO 14121-1:2007 «Safety of machinery – Risk assessment – Part 1: Principles».
2. ISO/TR 14121-2:2007 «Safety of machinery – Risk assessment – Part 2: Practical guidance and examples of methods».
3. ISO 12100:2010 «Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction».
4. ДСТУ EN ISO 12100:2016 «Безпечність машин. Загальні принципи проектування. Оцінювання ризиків та зменшення ризиків (EN ISO 12100:2010, IDT; ISO 12100:2010, IDT)».

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КРИТЕРІЯ ГУРВИЦЯ ПРИ ПЛАНУВАННІ ЗАХОДІВ З УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Кружилко О. Є., докт. техн. наук, професор (ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», м. Запоріжжя, Україна);

Володченкова Н. В., канд. техн. наук, декан гірничо-металургійного факультету ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», м. Запоріжжя, Україна);

Рябуха О. О., студ. (гр. 263-23-2М ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», м. Запоріжжя, Україна);

Полукаров Ю. О., канд. техн. наук, доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. Розглянуто особливості прийняття рішень для забезпечення безпеки праці на підприємствах. Відзначено необхідність врахування різних аспектів, спрямованих на забезпечення максимального (або заданого) рівня безпеки при оптимальному використанні ресурсів підприємства. Застосування критерію Гурвиця є доцільним у ситуаціях, де необхідно зробити обґрунтований вибір однієї альтернативи з множини можливих в умовах невизначеності. Результат застосування вказаного критерію дозволяє досягти компромісу між прагненням забезпечити максимальну безпеку і потребою в оптимальному використанні ресурсів.

Ключові слова: безпека праці, прийняття рішень, теорія прийняття рішень, критерій Гурвиця.

Abstract. The peculiarities of decision-making to ensure labor safety at enterprises are considered. The need to take into account various aspects aimed at ensuring the maximum (or specified) level of security with optimal use of the company's resources was noted. The application of the Hurvyts criterion is appropriate in situations where it is necessary to make a justified choice of one alternative from a set of possible ones under conditions of uncertainty. The result of the application of the specified criterion makes it possible to achieve a compromise between the desire to ensure maximum security and the need for optimal use of resources.

Keywords: occupational safety, decision-making, theory of decision-making, Hurvyts criterion.

Вступ. В процесі прийняття рішень для забезпечення безпеки праці необхідно враховувати різні аспекти, які спрямовані на забезпечення максимального (або заданого) рівня безпеки при оптимальному використанні ресурсів підприємства [1].

Прийняття рішень у сфері охорони праці базується на ряді аспектів, які дозволяють оцінити доцільність певних заходів чи рішень. До таких аспектів можна віднести наступні.

Безпека працівників: забезпечення мінімізації ризиків для здоров'я та життя працівників. Отже, рішення, що приймаються, повинні сприяти зниженню ймовірності виникнення нещасних випадків, професійних

захворювань або аварійних ситуацій на виробництві.

Відповідність законодавству: прийняття рішень має відбуватися в рамках законодавчих вимог, які встановлюють стандарти та норми безпеки, обов'язкові для дотримання на кожному робочому місці.

Економічна доцільність: заходи з охорони праці потребують інвестицій. Тому при прийнятті рішень важливо враховувати фінансовий аспект і співвідношення витрат та очікуваних результатів, пов'язаних із впровадженням заходів. Наприклад, придбання сучасного обладнання чи засобів індивідуального захисту може потребувати значних ресурсів, але в перспективі цей захід сприяє зниженню ризиків.

Соціальна відповідальність: охорона праці пов'язана із соціальною відповідальністю підприємства перед своїми працівниками, суспільством та середовищем, у якому воно функціонує. Це аспект також відображає репутаційні ризики та імідж підприємства.

Технологічні можливості: впровадження рішень у сфері охорони праці також залежить від наявних технологій. Наприклад, сучасні засоби автоматизації та системи моніторингу можуть підвищити рівень безпеки працівників. Рішення, прийняті з урахуванням цього аспекту, забезпечують ефективний захист на основі інноваційних технологій.

Традиційно на різних етапах підготовки та прийняття рішень у сфері охорони праці використовуються методи статистичного аналізу, дерева рішень, експертних оцінок, сценаріїв, мозкового штурму, а також критерії прийняття рішень. Разом з тим практична реалізація вказаних методів та критеріїв потребує відповідного методичного забезпечення та рекомендацій щодо їх застосування.

Аналіз стану питання. Класична модель раціонального вибору є однією з основних концепцій у теорії прийняття рішень. Вона описує, як людина (особа, що приймає рішення, керівник) має обирати та обґрунтовувати рішення для досягнення максимальної вигоди в умовах певних обмежень (ресурси, інформація).

Для сфери охорони праці найбільшого поширення дістали критерії Лапласа, Севіджа, Вальда та Гурвіца [2, 3]. Не викликає сумніву той факт, що в ситуації прийняття рішень вибір одного з множини можливих критеріїв є джерелом додаткової невизначеності, що може призвести до погіршення результату. Крім того, результат використання, наприклад, критерію Гурвіца значною мірою залежить від спроможності керівника вірно спрогнозувати стан навколишнього середовища.

Мета роботи: дослідження особливостей та розроблення методичних рекомендацій щодо застосування критерія Гурвіца при плануванні заходів з управління охороною праці на підприємстві.

Методики, матеріали і результати досліджень. Процес прийняття рішень у сфері охорони праці може бути розділений на декілька рівнів управління: стратегічний, тактичний та оперативний.

Стратегічний рівень: на цьому рівні керівництво підприємства визначає загальні принципи та політику охорони праці. Наприклад, може бути прийнято рішення про впровадження комплексної системи управління безпекою на підприємстві. У таких випадках критеріями є довгострокові переваги, соціальна відповідальність, відповідність законодавству і стратегічні цілі підприємства.

Тактичний рівень: тактичні рішення спрямовані на реалізацію стратегічних цілей через конкретні заходи. Наприклад, це можуть бути рішення про проведення навчання працівників з охорони праці. На цьому рівні особливу увагу приділяють економічній доцільності та технологічним можливостям.

Оперативний рівень: оперативні рішення приймаються безпосередньо у виробничому процесі. Наприклад, це можуть бути рішення про проведення перевірок на відповідність техніки вимогам безпеки або негайна заміна небезпечного обладнання. Тут важливими критеріями є оперативність, безпека працівників, забезпечення належних умов праці.

Теорія прийняття рішень досліджує процеси, за допомогою яких особи, що приймають рішення (керівники), роблять вибір серед альтернативних варіантів. Класична теорія прийняття рішень базується на ідеї раціональності, що передбачає максимізацію вигоди та мінімізацію витрат. Особа, що приймає рішення, згідно з цією теорією, оцінює всі доступні варіанти та обирає найкращий.

Рішення з планування заходів у сфері охорони праці часто приймаються в умовах невизначеності, коли не можна повністю передбачити результати вибору та реалізації кожної з альтернатив. Критерій Гурвіца використовується для прийняття рішень у ситуаціях невизначеності, зокрема коли є ризик небажаних наслідків. У сфері охорони праці цей критерій може допомогти при оцінці різних варіантів організації безпечних умов праці, коли необхідно вибрати оптимальний варіант, враховуючи можливі ризики.

Методичні рекомендації щодо застосування критерія Гурвіца при плануванні заходів з управління охороною праці передбачають визначення основних етапів вибору найкращої альтернативи.

Визначення альтернатив: формування альтернативних варіантів заходів з охорони праці, які можуть бути застосовані для вирішення поставленого завдання.

Оцінка результатів за кожною альтернативою: визначення очікуваних результатів реалізації альтернатив.

Визначення максимальних і мінімальних значень: для кожної альтернативи необхідно визначити мінімальні та максимальні можливі результати (вимірювані в умовних одиницях або в кількісних значеннях визначених показників), залежно від найгірших та найкращих сценаріїв розвитку подій.

Застосування критерію Гурвіца: застосування критерію передбачає визначення коефіцієнту оптимізму α , що варіюється від 0 до 1. Значення близьке до 1 свідчить про оптимістичний підхід (схильність вибирати альтернативу, яка може дати найкращий результат), тоді як значення, близьке

до 0, свідчить про песимістичний підхід (орієнтація на найгірший можливий результат). Вибір значення коефіцієнту оптимізму при застосуванні критерію Гурвіца є прерогативою особи, що приймає рішення.

Розрахунок для кожної альтернативи здійснюється за формулою:

$$R = \max_i \left((1 - \alpha) \cdot \min_j e_{ij} + \alpha \max_j e_{ij} \right) \quad (1)$$

Оцінка та вибір найкращої альтернативи: за результатом розрахунків значення критерію для кожної альтернативи необхідно обрати ту, для якої це значення буде максимальним. Це буде альтернатива, що визначає оптимальне рішення за критерієм Гурвіца для рівня оптимізму, визначеному особою, що приймає рішення.

Висновки. Особливості застосування критеріїв прийняття рішень у сфері охорони праці полягають у необхідності забезпечення балансу між безпекою працівників, економічною доцільністю та відповідністю законодавству. Врахування зовнішніх і внутрішніх чинників дозволяє підприємствам адаптувати стратегії з охорони праці до конкретних умов діяльності, знижуючи ризики та підвищуючи ефективність робочих процесів. Такий підхід забезпечує комплексний підхід до прийняття рішень, що в кінцевому підсумку сприяє створенню безпечного та продуктивного робочого середовища.

Застосування критерію Гурвіца є доцільним у ситуаціях, де необхідно обрати між різними альтернативами в умовах невизначеності. Він дозволяє досягти компромісу між прагненням забезпечити максимальну безпеку і потребою в оптимальному використанні ресурсів. Використання цього критерію в умовах невизначеності допомагає керівникам різних рангів приймати обґрунтовані рішення, забезпечуючи ефективний підхід до управління ризиками, що важливо для створення безпечних та нешкідливих умов праці на робочих місцях підприємств.

Література

1. Теорія прийняття рішень : навчальний посібник / М. Негрей, К. Тужик. Вид. Центр навчальної літератури. 2019. 272 с.
2. O. Kruzhilko, N. Volodchenkova, V. Maystrenko, B. Bolibrukh, V. Kalinchuk, A. Zakora, A. Feshchenko, S. Yeremenko. Mathematical modelling of professional risk at Ukrainian metallurgical industry enterprises. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 2021; 108 (1): 35-41 <https://journalamme.org/resources/html/article/details?id=224392>.
3. Кружилко О., Володченкова Н., Ткалич І., Дзюрбан М., Богданова О. Методичні та практичні аспекти обґрунтування управлінських рішень з охорони праці на основі оцінки ризику. *Проблеми охорони праці в Україні*. 2023. 39 (1-2). С. 10-15. DOI: <https://journal-nndipbop.com/index.php/journal/issue/view/19>.

ІОНІЗАЦІЯ ПОВІТРЯ ПРИ ДУГОВОМУ ЗВАРЮВАННІ

*Левченко О. Г., д.т.н., проф., зав. каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського;
Полукаров Ю. О., к.т.н., доц., Ільчук О. С., к.т.н., доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря
Сікорського)*

Анотація. Наведено літературні дані про іонізацію повітря як одного із шкідливих факторів, що виникає під час електродугового зварювання. Показано, що ручне електродугове зварювання покритими електродами та напівавтоматичне зварювання у вуглекислому газі плавким електродом супроводжується утворенням високих концентрацій іонів у зоні дихання зварника. Наведено рекомендації з нормалізації іонного складу повітря.

Ключові слова: дугове зварювання, іонізація повітря, показники іонізації, нормативи, нормалізація складу повітря.

Abstract. Literature data on air ionization as one of the harmful factors arising during electric arc welding are given. It is shown that manual electric arc welding with coated electrodes and semi-automatic welding in carbon dioxide with a fusible electrode is accompanied by the formation of high concentrations of ions in the welder's breathing zone. Recommendations for normalization of the ionic composition of air are given.

Keywords: arc welding, air ionization, ionization indicators, standards, normalization of air composition.

Іонний склад повітря [1] відноситься до групи фізичних факторів виробничого середовища і, разом з такими факторами як температура, вологість та іншими, є одним з основних параметрів, що характеризують умови виробничого середовища і визначають самопочуття і здоров'я працюючого, його працездатність тощо.

У результаті іонізації газів, що входять до складу повітряного середовища (особливо дією на них зварювальної дуги), утворюються первинні (молекулярні) іони і стійкі комплекси з 10-15 молекул – легкі іони. Шляхом приєднання легких іонів до частинок аерозолу утворюються більш великі – важкі іони. Як правило, кожен іон несе один елементарний заряд, тому за одиницю вимірювання концентрації іонів у повітрі приймається ел.зар.см⁻³. Середній радіус легкого іона складає близько 10⁻³ мкм, важкого – 0,4 мкм.

Важливою якісною характеристикою іонів [2] є рухливість r , що чисельно дорівнює середній швидкості іона в електричному полі одиничної напруженості. Під концентрацією легких іонів мають на увазі іони з рухливістю більше 10⁻¹см² В⁻¹ с⁻¹, важких – іони з рухливістю від 10⁻³ до 10⁻¹ см² В⁻¹ с⁻¹. Іони з рухливістю менш 10⁻³ см² В⁻¹ с⁻¹ відносяться до вискодисперсних електроаерозолів (ВДЕА).

Іони в повітрі виробничих приміщень можуть утворюватися внаслідок природної, технологічної та штучної іонізації.

Природна іонізація повітря у виробничих приміщеннях визначається іонізуючою здатністю радіоактивного випромінювання елементів, що утримуються в повітрі і матеріалах, з яких виконане виробниче устаткування і стіни приміщення. Інтенсивність q природного іоноутворення на відкритому повітрі складає 1-12 пар іонів в 1 см^3 за 1 с. Середня концентрація аероіонів при цьому складає $0,4 \cdot 10^3 - 2,8 \cdot 10^3$ пар іонів в 1 см^3 . У приміщеннях величина q може змінюватися від 0,4 до 1 пари іонів в 1 см^3 за 1 с. Відповідно середня концентрація в приміщеннях зменшується до $0,4 \cdot 10^3$ пар іонів в 1 см^3 і нижче.

Технологічна іонізація відбувається в результаті впливу на повітряне середовище радіоактивного, рентгенівського та ультрафіолетового випромінювань, термоемісії, фотоефекта й інших іонізуючих факторів, обумовлених технологічними процесами. Для електродугового зварювання такими факторами є ультрафіолетове випромінювання та термоемісія. Іони, що утворилися при цьому, поширюються, переважно, в безпосередній близькості від зварювальної дуги.

Разом з тим, в повітря побутових та виробничих приміщеннях інколи створюються умови з недостатньою концентрацією іонів. В такому разі повинна здійснюватись штучна іонізація повітря. Вона здійснюється спеціальними пристроями – аероіонізаторами. Аероіонізатори забезпечують в обмеженому обсязі повітряного середовища заданий ступінь іонізованості повітряного середовища, що визначається кількістю іонів кожної полярності в одному кубічному сантиметрі повітря (концентрацією іонів, см^{-3}).

Поряд з утворенням іонів відбувається їх безперервне зникання. Факторами, що визначають зникання легких іонів, є: рекомбінація двох легких іонів різних полярностей; адсорбція легких іонів на незаряджених ядрах конденсації; рекомбінація легких і важких іонів із зарядами протилежних знаків та ін.

У залежності від співвідношення процесів іонізації і деіонізації встановлюється певний ступінь іонізованості повітря. При врахуванні лише одного процесу деіонізації, а саме рекомбінації легких іонів (що справедливо для невентильованих приміщень з незначною запиленістю повітря) середня стала концентрація легких іонів визначається виразом:

$$n = A \cdot \sqrt{\frac{q}{\alpha}}, \quad (1)$$

де q – інтенсивність іоноутворення, $\text{см}^{-3} \text{ с}^{-1}$; α – коефіцієнт рекомбінації, що дорівнює $1,6 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3 \text{ с}^{-1}$; A – емпіричний коефіцієнт пропорційності, який дорівнює 0,75.

Під концентрацією важких іонів, вираженою у см^{-3} , варто розуміти кількість елементарних зарядів в 1 см^3 , носіями яких є важкі іони. Заряд одного важкого іона може складати від декількох десятків до сотень елементарних зарядів. Так, за експериментальними даними, концентрації важких іонів (фонові значення) до початку робочої зміни в металообробних цехах в середньому складала $2,1 \cdot 10^3 \text{ см}^{-3}$, а в складальних $1,1 \cdot 10^3 \text{ см}^{-3}$. Таким чином, концентрації

важких іонів у зоні дихання працівників знаходилися в допустимих межах, за винятком зварювальних ділянок, де виконувалось зварювання. Концентрація легких іонів скрізь, за винятком зварювальних ділянок, складала від 30 до 300 см⁻³. Тому, ділянки металообробних і складальних цехів, що характеризуються переважно зниженим рівнем іонізації повітря і відповідно несприятливими умовами праці, відносяться до класу приміщень з аероіонною недостатністю. Зварювальні ж ділянки в складальних цехах характеризуються підвищеним рівнем іонізації. Так, на складально-зварювальній ділянці металообробних цехів концентрація важких позитивних іонів складала 4,5·10⁴, а негативних – 3,5·10⁴ (фонові значення за відсутності процесу зварювання становить 1,2·10³ і 1,0·10³, відповідно) [2].

Дані про концентрації іонів безпосередньо у зоні дихання зварника наведено в таблиці 1. Вони свідчать про те, що за цим небезпечним та шкідливим виробничим фактором умови праці зварників значно гірші у порівнянні з іншими професіями.

Таблиця 1

Концентрації іонів у зоні дихання зварника

Вид зварювання	Концентрація легких іонів, см ⁻³		Концентрація важких іонів, см ⁻³	
	n^-	n^+	N^-	N^+
Ручне електродугове зварювання покритими електродами УОНИ-13/45	6,0·10 ³	1,5·10 ²	3,0·10 ⁴	2,0·10 ⁴
Напівавтоматичне ручне зварювання в СО ₂ плавким електродом	9,0·10 ³	10 ³	6,0·10 ⁴	5,0·10 ⁴

За результатами вимірювань розраховується показник полярності. Показником полярності Π називається відношення різниці числа іонів позитивної n^+ і негативної n^- полярності до їх суми, тобто

$$\Pi = \frac{n^+ - n^-}{n^+ + n^-}. \quad (2)$$

Мінімально необхідний і максимально допустимий рівні визначають інтервал концентрацій іонів у повітрі, що вдихається, відхилення від якого створює загрозу здоров'ю людини.

Інші показники стану повітряного середовища в приміщеннях з штучною іонізацією повинні відповідати вимогам гігієнічних регламентів хімічних речовин у повітрі робочої зони [4]. При цьому повинні бути дотримані гранично допустимі концентрації таких газів, як озон та оксиди азоту, що

утворюються в повітрі робочої зони під час зварювання і несуть на собі електричний заряд.

Нормативні рівні іонізації і відповідні концентрації легких іонів у повітрі виробничих приміщень регламентовано санітарно-гігієнічними нормами ДНАОП 0.03-3.06-80 [3]. Рекомендації щодо нормалізації іонного складу повітря наведено в таблиці 2.

Дослідження медико-біологічної дії іонів на організм людини і нормативні вимоги щодо визначення сприятливого іонного складу в повітряному середовищі дають можливість дотримуватись необхідних концентрацій іонів у приміщенні шляхом використання сучасних технічних засобів (штучної іонізації, вентиляції, кондиціонування).

Таблиця 2

Нормативні величини іонізації повітряного середовища у виробничих і громадських приміщеннях

Рівень іонізації	Число іонів в 1 см ³ повітря		П
	n^+	n^-	
Мінімально необхідний	400	600	-0,2
Оптимальний	1500-	3000-	від -0,5 до 0
Максимально допустимий	3000 50000	5000 50000	від -0,05 до +0,05

Нормалізація іонного складу повітря

Засоби нормалізації іонного режиму повітряного середовища необхідно застосовувати в тих приміщеннях, у яких умови перебування людей не задовольняють нормативним вимогам.

У випадку недостатньої іонізації повітря основними способами нормалізації іонного складу мають бути такі [2]:

- штучна іонізація повітря безпосередньо в приміщеннях;
 - подача штучно іонізованого повітря в приміщення;
 - подача чистого, природно іонізованого, зовнішнього повітря в приміщення;
 - перенесення робочого місця з зони з несприятливим рівнем іонізації.
- У випадку підвищеної іонізації необхідно застосовувати інші заходи:
- локалізація шкідливих іонних утворень;
 - штучна уніполярна іонізація повітря при наявності технологічного джерела уніполярного іоноутворення;
 - застосування засобів індивідуального захисту органів дихання;
 - перенесення робочого місця з зони з несприятливим рівнем іонізації.

Штучна іонізація повітря у приміщеннях відповідно з нормами ДНАОП 0.03-3.06-80 [3] здійснюється:

- переносними або портативними аероіонізаторами (для приміщень малого об'єму або окремих робочих місць);
- стаціонарними аероіонізаторами (для приміщень малого і середнього об'єму з великою кількістю робочих місць).

Установка аероіонізаторів в залежності від особливостей робочих місць виконується таким чином, щоб концентрації іонів у зоні дихання робітників відповідали оптимальним (табл. 2).

Подавання штучно іонізованого повітря в приміщення здійснюється за допомогою аероіонізаторів, вбудованих у систему припливної вентиляції або кондиціонування. Економічно найбільш виправданою є установка аероіонізаторів безпосередньо перед або в повітродозподільних пристроях з поворотною насадкою, що дозволяє в процесі експлуатації змінювати кут нахилу припливного струменя іонізованого повітря для зосередженої подачі його у зону дихання.

Подавання чистого природно іонізованого зовнішнього повітря в приміщення здійснюється:

- природним провітрюванням приміщень;
- системами припливно-витяжної вентиляції, кондиціонування та аерації.

Зазначений спосіб, який забезпечує оптимальні концентрації іонів у зоні дихання, економічно найбільш вигідний, тому що дозволяє використовувати вже наявні засоби або вимагає мінімальних витрат. Але, як правило, цим способом забезпечується лише мінімально необхідний рівень іонізації повітря і, тим самим, вдається частково поліпшити умови праці.

Для локалізації шкідливих іонних утворень існують різні установки, але в складально-зварювальних цехах, підвищена іонізація спостерігається лише на робочих місцях зварників. Тому найбільш ефективним є застосування місцевих відсмоктувачів, параметри яких треба розраховувати.

Уніполярна штучна іонізація повітря також здійснюється аероіонізаторами. При цьому знак аероіонів має бути протилежним знакові іонів, утворених технологічним джерелом.

Застосування засобів індивідуального захисту органів дихання особливо ефективно для зменшення концентрацій легких іонів до ГДК і зниження концентрації важких іонів.

При застосуванні будь-яких вентиляційних систем необхідно враховувати [2], що під час переміщення повітря, яке містить іони, відбувається природне зменшення концентрації іонів за рахунок рекомбінації, яка може бути розрахована за формулою:

$$n_L^\pm = \pm \frac{\Delta n_0}{\phi_0^\pm \cdot e^{\pm \alpha \cdot \Delta n_0 \cdot L / v} - 1}, \quad (3)$$

де n_0^\pm – початкова концентрація легких іонів, см^{-3} ; n_L^\pm – концентрація легких іонів на виході системи, довжиною L , см^{-3} ; α – коефіцієнт рекомбінації, який дорівнює $1,6 \cdot 10^{-6} \text{см}^3/\text{с}$; v – швидкість переміщення повітря, $\text{см}/\text{с}$.

$$\Delta n_0 = n_0^+ - n_0^-; \quad \varphi_0^\pm = \frac{n_0^\mp}{n_0^\pm}. \quad (4, 5)$$

Таким чином, чим менша довжина системи та початкова концентрація іонів і більша швидкість переміщення повітря, тим менші природні втрати іонів у повітроводах.

Необхідно також враховувати, що при проходженні іонізованого повітря через вентиляційну систему відбувається зміна співвідношення негативних і позитивних іонів, тобто коефіцієнта уніполярності φ і показника полярності Π , границі зміни яких лімітуються нормами (див. табл. 2).

Для запобігання цього явища рекомендується:

- скоротити до мінімуму шлях, що проходить іонізоване повітря по вентсистемах;
- використовувати для виготовлення повітроводів слабоелектризуючі матеріали: буксолитові, дерев'яні та інші;
- враховувати, що металеві повітроводи приводять до переважного зменшення концентрації легких негативних іонів.

Для розрахунку параметрів припливно-витяжної вентиляційної системи рекомендується користуватися наступною формулою, що зв'язує кратність повітрообміну K з концентрацією легких іонів n_0^\pm на виході з повітророзподільного пристрою:

$$K = \frac{\alpha \cdot n_{\text{вид}}^2 - q}{n_0 - n_{\text{вид}}}, \quad (6)$$

де α – коефіцієнт рекомбінації; $n_{\text{вид}}$ – концентрація легких іонів на вході витяжної вентсистеми; q – інтенсивність (природного) іоноутворення в приміщенні.

Концентрація іонів у повітрі, що видаляються витяжними системами, повинна бути $n_{\text{вид}}^- = 3000 \text{ см}^{-3}$; $n_{\text{вид}}^+ = 1500 \text{ см}^{-3}$.

Кратність повітрообміну K зв'язана з обсягом приміщення і параметрами вентиляційної системи співвідношенням:

$$K = \frac{v \cdot F}{V}, \quad (7)$$

де v – швидкість переміщення повітря, м/с; F – сумарна площа перетину повітроводів, м²; V – об'єм приміщення, м³.

Сумарну площу перетину повітроводів знаходимо з формули:

$$F = \frac{K \cdot V}{v} = 14 \text{ м}^2. \quad (8)$$

Повітря доцільно подавати по повітроводах перерізом $0,65 \times 0,65$ м кожний.

Для розрахунку параметрів місцевого відсмоктування у випадку підвищеної іонізації повітря в зоні дихання рекомендується користуватися формулою:

$$\omega = \frac{q}{n_{\min}} \Delta V, \quad (9)$$

де ω – кількість повітря, що видаляється місцевими відсмоктувачами, $\text{см}^{-3}\text{с}^{-1}$; q – інтенсивність іоноутворення технологічного джерела іонізації повітря, $\text{см}^{-3}\text{с}^{-1}$; n_{\min} – величина, до якої необхідно знизити концентрацію іонів у зоні дихання, см^{-3} ; ΔV – об'єм, у якому відбувається технологічна іонізація повітря, що включає в себе зону дихання, см^3 .

Контроль за рівнем іонізації повітря

Вимірювання концентрації іонів (у порядку поточного нагляду) рекомендується робити один раз на квартал згідно з санітарно-гігієнічними нормами [3], а також у випадках:

- впровадження нових технологічних процесів, що потенційно можуть змінити іонний режим у зоні дихання працівників;
- організації нових робочих місць;
- установки нових або відремонтованих іонізаторів;
- зміни параметрів вентиляційних систем;
- організації додаткового припливу або витяжки вентиляційного повітря.

Контроль за рівнем іонізації повітря в приміщеннях необхідно здійснювати як безпосередньо у зоні дихання на робочих місцях, так і на виході повітродозподільних пристроїв.

Систематичний контроль за рівнем іонізації й ефективну нормалізацію іонного складу повітря можна також здійснювати за допомогою пристроїв автоматичного регулювання іонного режиму повітряного середовища, що складаються з аероіонізатора, датчика і блоку автоматичного керування.

Рівень іонізації повітряного середовища рекомендується визначати аспіраційними лічильниками іонів ИК-ОТИ, АСИ-1, САИ-ТГУ та ін. Під час вимірювання концентрації іонів у повітряних потоках, аспіраційна вісь лічильника повинна розташовуватися під прямим кутом (90°) до напрямку руху повітряного потоку. У випадку наявності технологічного джерела іонізації, аспіраційна вісь лічильника повинна розташовуватися під прямим кутом (90°) до напрямку на джерело іонізації. Визначення концентрації іонів від технологічних або штучних джерел іонізації необхідно починати з віддалених точок на максимальному діапазоні вимірювань, поступово скорочуючи відстань від лічильника до джерела іонізації. Обробку результатів вимірювань концентрації іонів рекомендується робити враховуючи дані відносної вологості, температури й запиленості повітря. При оформленні протоколів результатів вимірювання концентрації іонів необхідно зазначити кратність повітрообміну в приміщенні.

Література

1. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві: Навчальний посібник. – К.: Основа, 2010. – 240 с.
2. Методические рекомендации по нормализации ионного состава воздушной среды в производственных помещениях металлообрабатывающих и сборочных цехов. – Тбилиси: ВНИИОТ ВЦСПС, 1982. – 18 с.
3. ДНАОП 0.03-3.06-80. Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень.
4. Гігієнічні регламенти хімічних речовин у повітрі робочої зони № 1596 від 14.07.2020 р.

ОКРЕМІ ПИТАННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Нестер А. А., д.т.н., доц. (каф. Будівництва та цивільної безпеки Хмельницького національного університету);

Мітюк Л. О. к.т.н., доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. Розглянуто питання, пов'язані з організацією цивільного захисту населення, застосуванням навчання та тренувань як в учбових закладах так і місцях проживання. Запропоновані заходи аналізу ризиків та загроз в критичних умовах для визначення ймовірності виникнення кожної з загроз, що допоможе зосередитися на найбільш критичних аспектах

Висвітлені елементи покращення інфраструктури, які є одним з основних аспектів ефективного цивільного захисту, створення та модернізації укриттів, розвитку транспортних мереж. Відображено важливість залучення місцевих організацій, експертів та волонтерів до процесу навчання.

Ключові слова: цивільний захист, ризик, загроза, інфраструктура, тренінг

Abstract. Issues related to the organization of civil protection of the population, the use of education and training both in educational institutions and places of residence were considered. Proposed measures of risk and threat analysis in critical conditions to determine the probability of occurrence of each of the threats, which will help to focus on the most critical aspects

The elements of infrastructure improvement, which are one of the main aspects of effective civil protection, the creation and modernization of shelters, and the development of transport networks, are highlighted. The importance of involving local organizations, experts and volunteers in the training process is reflected.

Keywords: civil protection, risk, threat, infrastructure, training.

Аналіз стану питання. Загрози воєнного стану впливають на людину, майно, навколишнє середовище та інфраструктуру створюючи небезпеки здоров'ю, знищуючи надбання як попередніх колективів так і сьогоdnішнього покоління.

У зв'язку із надзвичайними ситуаціями, спричиненими розвитком військових дій перед органами влади та організаціями постають все більш складні завдання щодо забезпечення безпеки життя і діяльності людей, які можна вирішити застосуванням комплексу мiр, які зачіпають питання навчання та тренінгу людей, створення запасів, упорядкування систем їх використання в разі настання таких подій.

Мета дослідження. Метою статті є розгляд окремих аспектів загальної підготовки населення, місцевої та центральної влади до дій в критичних ситуаціях воєнного часу, вивчення ризиків, передбачення наслідків для населення та організацію відновлення всіх сфер життя цивільного населення.

Методика досліджень. У процесі дослідження використано: теоретичний аналіз щодо навчання населення з питань цивільної безпеки; пошуковий метод – для формування узагальнених висновків. Підготовка населення та цивільної структури до дій у зв'язку з російською агресією ставлять нові задачі перед спеціалістами та населенням у галузі цивільної безпеки.

Матеріали і результати досліджень. Аналіз ризиків та загроз в умовах воєнного стану є критично важливим етапом у плануванні заходів цивільного захисту. Цей процес включає ідентифікацію, оцінку та управління потенційними ризиками, що можуть загрожувати безпеці населення та інфраструктури. Ефективний аналіз допомагає не лише в розробці превентивних заходів, але й у формуванні стратегій реагування на надзвичайні ситуації.

По-перше, важливо провести комплексну оцінку всіх можливих загроз, з якими може стикатися населення. Для цього необхідно збирати дані з різних джерел, аналізувати історичні події, географічні особливості регіону та соціально-економічні фактори. Визначення ймовірності виникнення кожної з загроз допоможе зосередитися на найбільш критичних аспектах.

По-друге, після ідентифікації загроз потрібно провести оцінку їхнього впливу на населення та інфраструктуру. Це передбачає аналіз наслідків, які можуть виникнути внаслідок кожної загрози, зокрема: можливі втрати серед населення, шкоду для житлових і соціальних об'єктів, а також економічні збитки. Також слід оцінити готовність системи цивільного захисту до реагування на ці загрози. Це може включати вивчення існуючих ресурсів, процедур реагування та стану інфраструктури.

Значущим етапом у даному процесі дослідження є здійснення моніторингу змін у ризикових факторах і загрозах, оскільки вони можуть еволюціонувати з часом. Для цього необхідно розробити системи раннього попередження, які будуть спостерігати за змінами у середовищі, що можуть призвести до нових загроз. Включення технологій, таких як геоінформаційні системи та аналітика даних, може значно полегшити цей процес. Результати аналізу ризиків та загроз мають бути використані для розробки планів реагування, навчання населення та підвищення загальної готовності громади до можливих кризових ситуацій.

Покращення інфраструктури є одним з основних аспектів ефективності цивільного захисту, особливо в умовах воєнного стану або надзвичайних ситуацій. Наявність сучасної та надійної інфраструктури забезпечує швидке та ефективне реагування на загрози, допомагає зменшити ризики для населення і підтримує процеси відновлення після криз. Основними напрямками покращення інфраструктури є створення безпечних укриттів, розвиток транспортних мереж, а також забезпечення доступу до критично важливих послуг.

Створення та модернізація укриттів є надзвичайно важливим кроком для захисту населення в умовах небезпеки. Укриття повинні бути стратегічно розташовані в містах і селищах, щоб забезпечити швидкий доступ до них у разі

загрози. Це може включати підземні бомбосховища, спеціально обладнані приміщення в школах та інших установах, а також громадські укриття. Регулярне обслуговування та перевірка укриттів на наявність необхідних запасів (води, їжі, медикаментів) також є важливим елементом.

Розвиток транспортних мереж відіграє ключову роль у забезпеченні швидкого реагування на надзвичайні ситуації. Це включає підтримку доріг у належному стані, забезпечення доступу до важливих об'єктів, таких як лікарні, центри евакуації та склади з гуманітарною допомогою. Необхідно також створити резервні маршрути для евакуації населення у разі загрози. Система громадського транспорту повинна бути адаптована для швидкого перевезення людей у кризових ситуаціях, а також забезпечити доступ до укриттів.

Інфраструктура зв'язку є важливим аспектом у системі цивільного захисту. Надійні комунікаційні мережі дозволяють оперативно інформувати населення про загрози, координувати дії рятувальних служб і забезпечувати зворотний зв'язок. Впровадження сучасних технологій, таких як мобільні додатки для оповіщення про надзвичайні ситуації, системи сигналізації та автоматизовані центри управління, може значно підвищити ефективність реагування. Таким чином, покращення інфраструктури сприяє підвищенню готовності суспільства до надзвичайних ситуацій і забезпечує безпеку населення в умовах кризи.

Освіта є основоположним елементом системи цивільного захисту, яка забезпечує готовність населення до дій у надзвичайних ситуаціях. В умовах воєнного стану або природних катастроф важливо, щоб громадяни мали знання і навички, необхідні для забезпечення власної безпеки та безпеки оточуючих. Правильне навчання може зменшити ризики та покращити ефективність реагування на надзвичайні ситуації.

Важливо розробити освітні програми, які охоплюють основні аспекти цивільного захисту. Це може включати курси з надання домедичної допомоги, навички евакуації, вміння діяти під час обстрілів або природних катастроф. Програми можуть бути адаптовані для різних вікових груп і цільових аудиторій – від дітей до дорослих, від студентів до працівників підприємств. Наприклад, навчання для дітей може включати прості правила безпеки, тоді як для дорослих – більш складні сценарії реагування.

Практичні тренування є невід'ємною частиною освітнього процесу. Регулярні навчання та тренінги дозволяють людям відпрацювати дії у різних сценаріях, що може допомогти знизити рівень стресу та тривоги під час реальної надзвичайної ситуації. Можна організовувати симуляції, які імітують кризові ситуації, що дозволяє учасникам на практиці відпрацювати свої навички в безпечному середовищі. Такі тренування можуть включати не лише фізичні дії, але й розвиток командного духу та комунікаційних навичок.

Важливо залучати місцеві організації, експертів та волонтерів до процесу навчання. Це не тільки збагачує навчальний контент, але й забезпечує різноманітність підходів до викладання. Співпраця з медичними закладами, рятувальними службами та іншими спеціалізованими установами може

забезпечити доступ до якісних навчальних матеріалів та ресурсів. Також варто розвивати онлайн-платформи для дистанційного навчання, що дозволить людям отримувати необхідні знання незалежно від їх місцезнаходження.

Таким чином, системний підхід до освіти та тренувань у сфері цивільного захисту не лише підвищує рівень обізнаності населення, але й готує його до дій у надзвичайних ситуаціях, що в кінцевому результаті може зберегти життя і здоров'я багатьох людей.

Забезпечення ресурсами є критично важливим аспектом ефективного цивільного захисту, особливо в умовах воєнного стану або надзвичайних ситуацій. Це передбачає не лише наявність фізичних ресурсів, таких як продовольство, медикаменти та техніка, але й організацію їх раціонального використання та розподілу. Чітке планування та підготовка до кризових ситуацій можуть значно підвищити рівень готовності суспільства до реагування на надзвичайні ситуації.

Створення стратегічних запасів є одним із ключових елементів забезпечення ресурсами. Місцеві органи влади разом з державними структурами повинні розробити плани формування резервів основних товарів, включаючи їжу, медикаменти, воду, засоби гігієни та інші критично важливі речі. Ці запаси повинні бути розподілені по території для швидкого доступу в разі необхідності. Також важливо регулярно перевіряти терміни придатності товарів і оновлювати запаси, щоб вони були завжди готові до використання.

Важливо забезпечити належну логістику для доставки ресурсів до постраждалих районів. Це включає розробку маршрутів доставки, створення пунктів розподілу та підготовку транспорту. Співпраця з місцевими бізнесами може значно спростити цей процес, адже багато компаній мають власні логістичні мережі та ресурси, які можна використати для оперативного реагування. Також варто залучати волонтерів до розподілу допомоги, що дозволить підвищити ефективність та швидкість реагування.

Забезпечення ресурсами також включає підготовку та навчання персоналу, відповідального за управління запасами та їх розподілом. Важливо, щоб співробітники організацій цивільного захисту мали відповідні знання про правила безпеки, зберігання і транспортування товарів. Включення інформаційних технологій, таких як системи моніторингу та управління запасами, може суттєво полегшити цей процес. В результаті, комплексний підхід до забезпечення ресурсами не лише підвищить ефективність цивільного захисту, але й сприятиме збереженню життя і здоров'я населення в умовах кризових ситуацій.

Співпраця з місцевими організаціями є важливим елементом системи цивільного захисту, оскільки вона забезпечує мобілізацію ресурсів та залучення громади до вирішення проблем безпеки. Місцеві організації, такі як благодійні фонди, волонтерські рухи, медичні установи та навчальні заклади, можуть відігравати ключову роль у підвищенні ефективності заходів цивільного захисту, особливо в кризових ситуаціях.

Місцеві організації можуть допомогти в зборі та розподілі гуманітарної допомоги. Вони мають знання про потреби населення та можуть оперативно реагувати на запити, забезпечуючи необхідні ресурси – їжу, медикаменти, одяг тощо. Наприклад, волонтерські групи можуть організовувати пункти збору допомоги, а також координувати доставку до постраждалих районів. Це не тільки підвищує ефективність гуманітарних операцій, але й зміцнює зв'язки між населенням та органами влади.

Залучення місцевих організацій до навчання населення з питань безпеки є важливим аспектом. Організації можуть проводити семінари та тренінги для громадян, навчаючи їх, як діяти в надзвичайних ситуаціях. Це може включати курси домедичної допомоги, навчання основам евакуації, поводження з вибухонебезпечними предметами та інші важливі навички. Таким чином, громада стає більш підготовленою до реагування на надзвичайні ситуації.

Крім того, співпраця з місцевими організаціями може допомогти у створенні системи психологічної підтримки для населення. Місцеві психологи, соціальні працівники та активісти можуть організовувати групи підтримки, надавати консультації та проводити заходи, спрямовані на зменшення стресу та тривоги серед населення. Це особливо важливо в умовах війни або природних катастроф, коли людям необхідно підтримувати одне одного та обмінюватися досвідом. Загалом, інтеграція місцевих організацій у систему цивільного захисту сприяє більшій стійкості громади, покращує взаємодію та забезпечує більш ефективне реагування на виклики.

Психологічна підтримка є важливою складовою системи цивільного захисту, особливо в умовах воєнного стану, коли населення може зазнавати серйозного стресу та травм. Під час кризових ситуацій люди часто стикаються з емоційними та психічними викликами, такими як тривога, страх, депресія або посттравматичний стресовий розлад. Тому забезпечення доступу до психологічної підтримки стає критично важливим для збереження психічного здоров'я населення.

Висновки. Навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях повинно здійснюватись шляхом проведення інформаційно-просвітницької роботи за місцем проживання та самостійного вивчення загальної програми навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях та інших інформаційно-довідкових матеріалів з питань цивільного захисту, правил пожежної безпеки у побуті та громадських місцях. Інформаційно-просвітницька робота з питань поведінки в умовах надзвичайних ситуацій повинна організовуватися місцевими органами виконавчої влади та органами місцевого самоврядування, в тому числі через утворені при них консультаційні пункти, та передбачати: інформування населення про методи реагування у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Література

1. Державне управління та державна служба у сфері цивільного захисту : навч. посіб. / за заг. ред. М. В. Болотських. – Вінниця : ТОВ Вид-во-друк. “Діло”, 2013. – 352 с.
2. Закон України «Про національну безпеку України» від 21.06.2018 №2469-VIII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: (<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2469-19>)
3. Нестер А.А., Романішина О. В., Мітюк Л. О., Нікітін О. О. Навчання дисциплін спеціальності «Цивільна безпека» в закладах вищої освіти. Study of civil security specialties in higher education. Український журнал будівництва та архітектури, № 3 (009), 2022. С.68-74. DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.050722.68.866
4. Березуцький В.В., Васьковець Л.А., Вершиніна Н.П. та ін. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / За ред.. проф. В.В. Березуцького. – Х.: Факт, 2005. – 348 с.

КУЛЬТУРА БЕЗПЕКИ – БАЗОВА СКЛАДОВА УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ

*Олефір І. Д., студ. (гр. ЕК-11, ФЕА КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Третьякова Л. Д., д.т.н., проф. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. У статті розглянуто основні положення культури безпеки, способи та заходи щодо її впровадження на енергетичних підприємствах. Проаналізовано такі складові як професійна культура, корпоративна культура, культура охорони праці, а також розглянуто процес формування культури безпеки.

Ключові слова: компетенції, навчання, людський фактор.

Abstract. Problems of realisation of normal process of heat exchange of rescuers, who carry out works with big physical loads in protective clothing are considered in the article. Factors of possible violations of the functional state of the rescuer's organism are given.

Keywords: thermal state, protective clothing.

Abstract. The article discusses the main provisions of the safety culture, methods and measures for its implementation at energy enterprises. Such components as professional culture, corporate culture, labor protection culture are analyzed, and the process of formation of safety culture is considered.

Keywords: competencies, training, human factor.

Вступ. Культура безпеки є важливим елементом в управлінні ризиками та забезпеченні стабільної роботи енергетичних підприємств. Вона охоплює сукупність цінностей, переконань, відношень і поведінки, що впливають на ставлення працівників до безпеки та дотримання заходів, спрямованих на запобігання аваріям та нещасним випадкам.

На енергетичних підприємствах безпека превалує перед усіма виробничими та економічними цілями у ході виробничої діяльності. Культуру безпеки можна розглядати як постійну характеристику організації, яка відображається в її поточній діяльності та пріоритетах безпеки [1].

Чи не найголовнішу роль у безпечній експлуатації відіграють працівники персоналу, так званий людський фактор (ЛФ). Події, зумовлені ЛФ, відбуваються не тільки з причини схильності будь-якої людини до помилок, але й у результаті невідповідних методів управління, недоліків в організації робочих процесів і визначенні пріоритетів, недосконалої документації та процедур.

Аналіз стану питання. Завжди існує проблема підвищення надійності роботи людини, оскільки це ймовірне джерело виникнення небезпеки. Особливе значення має висока відповідальність за кожне рішення, потреба кожного моменту мати повне уявлення про стан технологічного процесу управління та готовність до точних і своєчасних дій. Під час системного підходу до розгляду процесів в ергетичній моделі «енергетичне підприємство –

шкідливе виробниче середовище – працівник – заходи безпеки – працездатність і здоров'я» потрібно не тільки враховувати технічні показники безпеки обладнання, а і рівень шкідливості умов праці, чинники безпеки на робочому місці, вплив на безпекові показники можливих помилкових дій з боку вищого менеджменту та працівників. Удосконалення культури безпеки має не тільки вплив на умови праці, зменшення кількості нещасних випадків і травмувань. Такі заходи дають можливість підвищити рентабельність виробництва, зменшити відмови та аварії у роботі технічного устаткування. Розглянемо основні заходи з впровадження культури безпеки на енергетичному підприємстві.

Мета статті – аналіз ефективності впровадження заходів з культури безпеки на енергетичному підприємстві та їх вплив на систему управління ризиками та охорону праці.

Методики, матеріали і результати досліджень. Поняття «культура безпеки» введено у документах International Labour Organization [2] як базове положення, яке характеризує систему управління охороною праці на підприємстві. Культура безпеки пов'язана з раніше існуючими на виробництві поняттями: професійна культура, корпоративна культура, культура охорони праці. Розглянемо кожну складову цих понять.

Професійна культура безумовно визначається компетенціями вищого менеджменту та працівників. Компетентність – здатність застосовувати знання, навички та ставлення до роботи на практиці з метою ведення певної діяльності або виконання роботи ефективним та кваліфікованим чином у межах професії чи посади відповідно до встановлених нормативів [3]. Професійна культура охоплює сукупність спеціальних теоретичних знань та практичних умінь, пов'язаних з конкретним видом діяльності. Ступінь володіння професійною культурою визначається у кваліфікаційному розряді чи атестації. Професійна культура фахівця передбачає прагнення до безперервної освіти та самонавчання. Натомість серед об'єктивних чинників розвитку професійної компетенції працівника вирізняють інформаційну грамотність як базову здатність щодо ефективності навчання та самоосвіти. Водночас професійна культура близько пов'язана з поняттям «професійного відбору» – встановлення відповідності психофізіологічних властивостей людини, її підготовленості та навичок вимогам, які зумовлено специфікою трудової діяльності. Більшість професій на енергетичних підприємствах, особливо під час роботи в діючих електроустановках (електростанціях, підстанціях, мережах електропередавання тощо), передбачають професійний відбір, задля якого створено підрозділи IChar.

Корпоративна культура – це атмосфера чи соціальний клімат на підприємстві. Фахівці виокремлюють три рівні корпоративної культури: поверхневий, змістовий та глибинний [4]. Поверхневий рівень – це ознаки та поведінка, яку можна спостерігати: хороші манери поведінки, знання правил етикету, грамотна мова, формений одяг, дизайн інтер'єру тощо. *Клімат безпеки* можна розглядати як частину корпоративної культури, в якій сума спільних

уявленнь працівників про політику, процедури та практики, пов'язані з безпекою в їх робочому середовищі. Змістовий рівень корпоративної культури відображає усвідомленість потреби у професійній поведінці. Глибинний рівень – вищий рівень, коли професійні цінності сприймаються автоматично (на підсвідомому рівні), як особисті цінності. Корпоративна культура охоплює базові цінності та погляди, які притаманні переважній більшості колективу, загалом все те, що складає морально-психологічний клімат колективу.

Культура охорони праці – створення умов праці, спрямованих на запобігання фатальним наслідкам, травмам та професійним захворюванням серед працівників. Питання культури охорони праці потрібно розглядати на підприємстві як невід'ємну складову культури безпеки. Тобто, охорона праці стає частиною корпоративної культури підприємства та впливає на формування його позитивного іміджу. Культура охорони праці створюється менеджментом на всіх рівнях управління енергетичним підприємством та досягається щоденними діями та рішеннями, скерованими на реалізацію безпечних та нешкідливих умов праці. З іншого боку, фахівцям з охорони праці потрібно навчатися новим методам реалізації положень з культури безпеки. Запровадження та розвинення культури охорони праці на енергетичному підприємстві – основна умова щодо розвитку культури безпеки.

Відповідно до Вимог International Atomic Energy Agency певні положення культуру безпеки почали впроваджувати на атомних станціях України з 2004 року. П'ять базових компонентів або індикаторів культури безпеки включають такі положення: «організаційні заходи», «залучення керівництва», «розширення можливостей співробітників», «систему винагороди» та «систему звітності» [5]. Процес формування культури безпеки відбувається поступово, впродовж тривалого періоду під час впровадження таких базових положень.

Керівництво та зобов'язання. Важливим аспектом є зобов'язання керівництва щодо безпеки. Лідери повинні показувати приклад та активно підтримувати політику безпеки. Це включає надання потрібних ресурсів, організацію регулярних перевірок та моніторинги дотримання вимог законодавства і результативності впроваджених заходів.

Навчання та підготовка персоналу. Ефективна культура безпеки потребує постійного навчання та підвищення кваліфікації працівників. Важливо, щоб усі співробітники були добре обізнані з потенційними ризиками, методами їх запобігання та процедурами дій у разі виникнення нещасних випадків чи аварійних ситуацій.

Комунікація. Відкриті канали комунікації між працівниками та керівництвом сприяють своєчасному виявленню та усуненню шкідливих чинників і небезпечних умов. Регулярні зустрічі, обговорення інцидентів та пропозицій щодо поліпшення умов праці та безпеки допомагають створити атмосферу довіри та співпраці.

Ідентифікація та оцінка ризиків. Постійне оцінювання ризиків є базовим елементом культури безпеки. Це включає аналіз робочих процесів, виявлення потенційних небезпек та розробку заходів щодо їх усунення чи мінімізації.

Система звітності та аналіз інцидентів. Важливою складовою є система звітності, яка дає можливість фіксувати всі інциденти та аварії. Аналіз цих даних допомагає виявити причини проблем та розробити коригувальні заходи.

Реалізація поставлених завдань передбачає постійні заходи щодо впровадження культури безпеки. Розглянемо основні способи реалізації базових положень.

Розробка політики безпеки. На початковому етапі потрібно розробити детальну політику безпеки, яка б охоплювала всі аспекти діяльності підприємства. Ця політика має бути доведена до відома всіх працівників та регулярно оновлюватися. Запорукою успіху стане створення працівником спільно з керівником свого індивідуального плану розвитку компетенцій. Серед окремих етапів можна виокремити такі напрями: робота на досягнення результату; самоконтроль та самоуправління; взаємодія з колегами та партнерами; стратегічне бачення та лідерство.

Регулярне навчання та тренінги. Планувати та організовувати регулярні навчання та тренінги для всіх працівників, з увагою до нових співробітників та підрядників. Особлива увага повинна приділятися виробітку практичних навичок дій у разі виникнення аварійних ситуацій.

Проведення моніторингу та інспекцій. Загальний моніторинг виробництва складається з моніторингу різних напрямів безпеки: моніторинг умов праці на однотипних робочих місцях; моніторинг небезпек; моніторинг нещасних випадків та аварійних ситуацій; моніторинг результативності впровадження заходів з управління ризиками. Регулярні моніторинги та інспекції допомагають виявити вади в системі безпеки та вчасно їх усунути. Доцільно щорічно здійснювати внутрішній аудит обладнання та заходів безпеки, а також залучати незалежних експертів.

Впровадження сучасних технологій. Використання сучасних технологій, серед яких автоматизовані системи контролю, датчики та автоматизовані моніторингові системи, допомагає знизити ризики та підвищити рівень безпеки. Очевидний фактор: що надійніше обладнання, то менша ймовірність його відмов та виникнення аварійних ситуацій. З іншого боку, надійність роботи устаткування залежить від якості його обслуговування, тобто від ставлення працівників підрозділу.

Мотивація працівників. Важливо створити систему мотивації, яка скерована на заохочення працівників дотримуватися правил безпеки. Безумовно найефективніший спосіб – це матеріальне заохочення, однак моральні чинники також є достатньо ефективними. Важливо впровадження представниками менеджменту всіх рівнів атмосфери довіри і таких підходів до колективної роботи, які сприяють зміцненню позитивного ставлення до безпеки та здоров'я працівників.

Впровадження культури безпеки не є самоціллю, оскільки створює певні переваги у розвитку іміджу та фінансової стабільності підприємства.

Зниження кількості аварій та інцидентів. Висока культура безпеки дає змогу знизити кількість аварій та інцидентів, що своєю чергою зменшує витрати на їх ліквідацію та відновлення.

Підвищення продуктивності праці. Безпечне робоче середовище сприяє підвищенню продуктивності праці, оскільки працівники відчують себе захищеними та мотивованими.

Покращення іміджу підприємства. Підприємства, які активно впроваджують культуру безпеки, мають кращу репутацію на ринку, що сприяє залученню працівників з високою кваліфікацією, отримання довгострокових банківських кредитів, а також привабливість для інвесторів та клієнтів.

Дотримання законодавства. Впровадження культури безпеки дає змогу підприємству дотримуватися вимог законодавства та уникати штрафів та санкцій.

Висновок. Культура безпеки на енергетичних підприємствах є базовим чинником забезпечення стабільної та безперебійної виробничої діяльності роботи. Впровадження культури безпеки передбачає низку чинників, які спрямовані на підвищення компетенцій працівників, покращення комунікації, ідентифікацію небезпек і мінімізацію ризиків. Впровадження ефективної культури безпеки знижує кількість аварій та інцидентів та створює певні переваги у розвитку іміджу та фінансової стабільності підприємства.

Література

1. Голінько В., Третьякова Л., Чеберячко С., Мітюк Л. *Методологія оцінювання та управління професійними ризиками у виготовленні та використанні засобів індивідуального захисту: монографія.* Дніпро, ТОВ. Середняк, 2021. 224 с.
2. Керівництво з системи управління охороною праці. МОТ–СУОТ 2001 / ІЛО-OSH 2001. Женева: Міжнародне бюро праці, 2003.
3. Ткачук К. Н., Ткачук К. К., Мітюк Л. О., Полукаров Ю. О. *О Державне управління охороною праці: монографія.* Київ: Основа, 2013. 348 с.
4. Wiegmann D., Zhang, H., von Thaden T., Gibbons A., Sharma, G. *Safety culture: An integrative review.* International Journal of Aviation Psychology. 2004. 14(2). P. 117- 134.
5. Древаль Ю.Д. *Управлінська (організаційна) культура і безпека виробництва.* Вісник НУЦЗУ: зб. наук. пр. Серія «Державне управління». 2020. Вип. 1 (12). С. 38-44.

ДОСВІД І ПРАКТИКА СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ДИСТАНЦІЙНИХ КУРСІВ У ВЕБ-СЕРЕДОВИЩІ MOODLE

*Полукаров О. І., к.т.н., доц., Качинська Н. Ф., ст. викл., Полукаров Ю. О., к.т.н., доц.
(каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Васюк П. Р., студ. (гр. ПІ-12, ПБФ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. Наведені результати розробки і впровадження у навчальний процес дистанційних курсів на платформі Moodle. На підставі досвіду використання створених курсів і вивчення можливостей програмного забезпечення запропоновані і реалізовані інноваційні зміни в технологію дистанційного виконання і оцінки практичних і лабораторних робіт. Це дало можливість створити повноцінний самодостатній дистанційний курс для асинхронного вивчення дисципліни в складних умовах, викликаних війною.

Ключові слова: дистанційне навчання, платформа Moodle, практичні роботи, виконання, оцінка, обробка і відображення результатів.

Abstract. The results of the development and implementation of distance courses on the Moodle platform into the educational process are given. On the basis of the experience of using the created courses and studying the capabilities of the software, innovative changes in the technology of remote performance and assessment of practical and laboratory work were proposed and implemented. This made it possible to create a full-fledged self-sufficient distance course for asynchronous study of the discipline in the difficult conditions caused by the war.

Keywords: distance learning, Moodle platform, practical work, implementation, evaluation, processing and display of results.

Вступ. Завдання створення ефективних систем дистанційного навчання завжди стояла на повістці денної вищої школи. Особливої актуальності це питання набуло під час пандемії, а з початком повномасштабного вторгнення Росії в Україну воно вийшло на рівень першочергових.

Аналіз стану питання. Результати аналізу можливих варіантів створення дистанційних курсів вивчення дисциплін кафедри показали, що найраціональнішим в умовах, що склалися, з урахуванням навчально-методичних, організаційних та технічних можливості є використання для цього модульного об'єктно-орієнтованого динамічного навчального середовища Moodle. Окрім відомих його переваг методичного і технічного характеру [1] на користь цього вибору вплинув той факт, що у КПІ ім. Ігоря Сікорського вже існувала і успішно функціонувала платформа дистанційного навчання «Сікорський», одним з базових елементів якої як раз і був Moodle. Окрім цього, безсумнівною перевагою даної платформи є те, що її можна використовувати фактично у будь-якій відомій операційній системі [2].

Мета роботи: поділитися досвідом і результатами створення і використання дистанційних курсів дисциплін для повноцінного асинхронного вивчення здобувачами вищої освіти відповідних освітніх компонентів з

автоматичним отриманням результатів їх засвоєння і формуванням журналу оцінок у відповідності до рейтингової системи оцінки (PCO).

Методики, матеріали і результати досліджень. Перші дистанційні курси в Moodle створювались виключно для вивчення і оцінювання результатів теоретичної частини дисциплін [3]. Це було пов'язане з відсутністю на той час навчально-методичного забезпечення проведення в дистанційному режимі практичних і лабораторних робіт, які передбачалися силабусами навчальних дисциплін кафедри. Після подолання цієї проблеми було розроблено, сертифіковано і впроваджено в навчальний процес дистанційні курси для проведення цих видів занять. Практика використання двох окремих курсів для вивчення однієї дисципліни виявила цілий ряд незручностей як для студентів, так і для викладачів. Крім того при цьому була виключена можливість сформулювати і побачити цілісну картину результатів навчання. Тому було прийнято рішення об'єднати теоретичну і практичну частини в єдиний дистанційний курс.

Досвід створення і використання цілісного курсу себе виправдав. Він також довів необхідність створення окремих дистанційних курсів з однієї теж самої дисципліни для різних груп спеціальностей (факультетів), оскільки, по-перше, вимоги навчальних планів і силабусів до змісту, а іноді і структурних складових освітнього компоненту різних. По-друге, така ситуація унеможливує створення компактного й чітко працюючого журналу оцінок. Велика кількість груп призводить до невиправданих втрат робочого часу на пошук і обробку результатів та інших незручностей. Крім цього, до викладання залучаються декілька різних викладачів, які можуть мати свої підходи до проведення навчального процесу, зокрема до методу перевірки виконання робіт і завдань, а це впливає на відповідні алгоритми, що закладаються у Moodle.

Подальше вивчення можливостей Moodle дозволило суттєво вдосконалити у першу чергу процес виконання, представлення та перевірки практичних і лабораторних робіт. При цьому кожен студент отримав можливість самостійно відслідковувати й вчасно корегувати результат. Для цього всі завдання з електронними протоколами мають дві спроби виконання. Після першої спроби студент може одразу побачити результат з позначенням всіх зроблених ним помилок й за бажанням зробити ще раз вже оновлений варіант завдання, тобто використати другу спробу, щоб покращити загальний результат.

І на останок – наш інноваційний підхід вже впроваджено у навчальний процес і він на практиці довів свою ефективність. Тепер, незважаючи на тривоги, можливі блекнути та жодні інші обставини студенти мають можливість дистанційно в зручному для них асинхронному режимі виконувати усі види діяльності заплановані навчальним планом з автоматичним отриманням результатів оцінки виконання усіх видів завдань.

Висновки. Користуючись власним досвідом було створено дистанційний курс «Охорона праці та цивільний захист» для здобувачами вищої освіти приладобудівного факультету. якій дає можливість за допомогою MOODLE

опанувати на одній платформі теоретичну частину та виконати дистанційно всі практичні й лабораторні роботи з автоматичним оцінюванням результатів і внесенням усіх отриманих балів до єдиного журналу оцінок, що має відповідні налаштування для сприйняття цілісної картини отриманих здобутків в будь-який момент як студентами, так і викладачами. Одночасно об'єктивно формується і візуалізується у вигляді журналу оцінок загальний результат опанування освітнього компоненту за рейтинговими балами у відповідності з РСО. Таким чином розроблений курс дозволяє студентам опановувати освітній компонент в асинхронному режимі у зручний час незважаючи на тривоги, можливі блекнути та жодні інші перешкоди і проблеми, пов'язані з умовами воєнного часу.

Комісією з дистанційного навчання Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського прийняте рішення про його сертифікацію.

Література

1. Зуєнко, Н., Лупак, Н., Денисенко, Н., Шкурко, В., & Паньковець, В. (2023). Moodle як основа системи дистанційного навчання та формування електронного освітнього середовища. *Перспективи та інновації науки*, (8 (26)). <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/28729>.

2. Dyshkant, O., Babiichuk, I., & Romaniuk, N. (2023). Особливості дистанційного навчання на базі платформи MOODLE в підготовці фахівців сфери цивільного захисту. *Distance Education in Ukraine: Innovative, Normative-Legal, Pedagogical Aspects*, (2), 196-206. <https://doi.org/10.18372/2786-5495.1.17322>.

3. Дущенко, О. С. (2020). Дистанційний курс: особливості розробки і використання. *Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology*, (8), 4. <http://doi.org/10.32919/uesit.2020.04.01>.

МІНІМІАЦІЯ РИЗИКІВ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ МАТРИЧНИХ СКАФОЛДІВ НИРОК ШЛЯХОМ ДЕЦЕЛЮЛЯРИЗАЦІЇ

*Прозор А. В., студ. (гр. БФ-11, ФБМІ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Демчук Г. В., к.т.н., доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. В даній статті, описані ймовірні ризики під час лабораторного виділення матричного скафолду зі свинячої нирки шляхом децелюляризації та подальшого використання в створенні біоматеріалів, штучної нирки для *in vitro* діагностики та імплантації у тіло людини.

Ключові слова: децелюляризація нирок, позаклітинний матрикс нирки, скафолд, перфузійний насос, охорона праці.

Abstract. This article describes the possible risks during the laboratory isolation of matrix scaffold from a porcine kidney by decellularization and its subsequent use in the creation of biomaterials, artificial kidney for *in vitro* diagnostics and implantation into the human body.

Keywords: decellularized kidneys, renal extracellular matrix, scaffold, perfusion pump, occupational safety.

Вступ. Матричні скафолди нирок, що виділяються шляхом децелюляризації, використовуються для створення біоматеріалів, штучної нирки для використання задля подальшої імплантації у організм людини або ж *in vitro* тестування медичних виробів та лікарських засобів.

Мета. Дослідити безпечність методики децелюляризації цілої свинячої нирки для виділення позаклітинного матриксу нирки, що використовується як скафолд для подальшого створення штучної нирки або біоматеріалів.

Аналіз стану питання. Наразі існує потреба в додаткових донорських нирках, адже на стан 2024 року, близько 90 000 пацієнтів чекають на трансплантацію лише в США [1]. Для порівняння, на території США у 2023 році було зроблено близько 27 000 операцій з пересадки нирки. Ідея створення штучної нирки починається зі створення скафолду для заселення клітинами. Однак будь-які технології для покращення здоров'я людини повинні бути безпечними для їхніх виконавців.

Методики, матеріали і результати досліджень. Для дослідження потенційних небезпек, проведемо аналіз складників, необхідних для успішної децелюляризації нирки, їхню кількість та час взаємодії персоналу згідно до статті [2]. Ці дані надані у таблиці 1.

Перелік складників для децелюляризації свинячої нирки

Назва складнику	Кількість	Час взаємодії з персоналом за весь період децелюляризації	Небезпека
5% надощтова кислота	≈0,1 л	≈40 хв	<p>H302+H312+H332 Шкідливий при ковтанні, контакті зі шкірою або при вдиханні.</p> <p>H314 Викликає сильні опіки шкіри та пошкодження очей.</p> <p>H335 Може викликати подразнення дихальних шляхів.</p> <p>H410 Дуже токсичний для водних організмів з довготривалими наслідками.</p> <p>H272 Може посилювати вогонь; окислювач.</p> <p>H290 Може викликати корозію металів [3.]</p>
0,2% розчин надощтової кислоти	2 л	≈20 хв	<p>H302+H312+H332 Шкідливий при ковтанні, контакті зі шкірою або при вдиханні.</p> <p>H314 Викликає сильні опіки шкіри та пошкодження очей.</p> <p>H335 Може викликати подразнення дихальних шляхів.</p> <p>H410 Дуже токсичний для водних організмів з довготривалими наслідками.</p> <p>H272 Може посилювати вогонь; окислювач.</p> <p>H290 Може викликати корозію металів [3].</p>
Хлорид натрію	≈0,2 кг	≈20 хв	-

20-кратний фосфатний буфер	≈20 л	≈20 хв	H320 Викликає подразнення очей [4].
Розчин фосфатного буферу	280 л	≈140 хв	H320 Викликає подразнення очей [4].
0,2% Гепарин	≈0,003 л	≈5 хв	-
Розчин гепарину	5,5 л	≈20 хв	-
Додецилсульфат натрію	≈2 кг	≈20 хв	H228 Легкозаймиста тверда речовина. H302 + H332 Шкідливий при ковтанні або вдиханні. H315 Викликає подразнення шкіри. H318 Викликає серйозні пошкодження очей. H335 Може викликати подразнення дихальних шляхів. H412 Шкідливий для водних організмів з довготривалими наслідками [5].
1% розчин додецилсульфату натрію	200 л	≈100 хв	H228 Легкозаймиста тверда речовина. H302 + H332 Шкідливий при ковтанні або вдиханні. H315 Викликає подразнення шкіри. H318 Викликає серйозні пошкодження очей. H335 Може викликати подразнення дихальних шляхів. H412 Шкідливий для водних організмів з довготривалими наслідками [5].

Тритон Х-100	≈0,4 л	≈20 хв	Н302 Шкідливо при ковтанні Н318 Викликає серйозні пошкодження очей. Н411 Токсичний для водних організмів з довготривалими наслідками [6].
Розчин тритону Х-100	40 л	≈20 хв	Н302 Шкідливо при ковтанні. Н318 Викликає серйозні пошкодження очей. Н411 Токсичний для водних організмів з довготривалими наслідками [6].
Свиняча нирка	1 шт	≈30 хв	- [7]
Скафолд нирки	1 шт	≈20 хв	За регламентом – не повинен містити залишків використаних хімічних речовин, тому є безпечним.

Процес децелюляризації свинячої нирки пов'язаний з використанням багатьох хімічних реагентів, найбільш небезпечними з яких є Тритон Х-100, додецилсульфат натрію та надоцтова кислота. Неіонний детергент тритон Х-100 та іонний детергент додецилсульфат натрію виступають необхідними реагентами для вимиття клітин з нирки. Реагентами для децелюляризації можуть також бути інші за хімічною природою речовини [8,9,10,11]: кислоти (надоцтова), луги (гідроксид натрію, гідроксид кальцію, сульфат магнію), органічні детергенти (трибутилфосфат, ацетон, спирти), біологічні агенти (антибіотики, нуклеази, протеази). Однак більшість з них несуть значні ризики, пов'язані з недостатнім вимиттям реагентів зі скафолду, та через те, що ефекти на здоров'я людини є більш сильними, ніж в зазначеному протоколі. Наприклад, трибутилфосфат канцерогенний, гідроксид натрію викликає сильні опіки та пошкодження сітківки ока, протеази викликають роздратування шкіри і проходять крізь трансдермальний бар'єр.

Однак, всі перелічені ризики, пов'язані з реагентами таблиці 1, можуть бути мінімізовані підтриманням відповідної безпеки умов праці в хімічній лабораторії. Для цього весь процес перфузії готових розчинів відбувається ламінарному боксі з системою повітревідведення (в спеціально запроєктованому біореакторі з перфузійним насосом в який поміщається свиняча нирка). Задля попередження потенційних аварій, працівники повинні

бути обізнаними з технологічними чинниками і контролювати зазначені параметри:

- дефекти перфузійного насосу, біореактору, інших приладів під тиском;
- виробничий брак посудин для зберігання реактивів, приготування розчинів та підключення до реактору.
- загальні проблеми з повітровідведенням в ламінарному боксі, або лабораторії в цілому.

Крім того, для забезпечення безпечності працівника, необхідно переносити великі каністри розчинів, використовуючи додаткову металеву посудину та візок для хімічних реагентів, а також пройти первинний інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки. При цьому кожен співробітник повинен бути забезпечений відповідними засобами індивідуального захисту (лабораторний халат, рукавиці, захисні лабораторні окуляри, закрите взуття та одяг, що закриває більшість площі шкіри, такі як штани, кофта з довгими рукавами),

В свою чергу перфузійні насоси підвищують рівень шуму та вібрації на робочому місці, тому окрім типових засобів індивідуального захисту персоналу для біолабораторії, необхідно додати засоби індивідуального захисту органів слуху (беруші 3M або Delta) і віброзахисту (проти вібраційні устілки). Контроль перфузійного насосу може відбуватися веденням журналу з експлуатації, додаванням правила безпечної експлуатації приладу та спостереженням за приладом під час його роботи [14]. Хоча, процес вимиття клітин з нирки достатньо автоматизований, людський контроль за перфузією розчинами необхідний. Для того, щоб зробити робоче місце менш шкідливим для слуху, найкращим варіантом є створення звукоізоляційної кімнати з широкими вікнами для спостереження, в якій будуть перфузійний насос та біореактор з ниркою [15].

Висновки. Описана методика отримання матричного скафолду свинячої нирки є найбільш безпечним способом, порівняно з іншими. Однак, дану методику важливо покращити шляхом посиленого контролю основного приладу, перфузійного насосу, та додаванням берушів до основного набору засобів індивідуального захисту персоналу.

Література

1. Organ Donation Statistics | [organdonor.gov](https://www.organdonor.gov). Information about Organ, Eye, and Tissue Donation | [organdonor.gov](https://www.organdonor.gov). URL: <https://www.organdonor.gov/learn/organ-donation-statistics> (дата звернення: 23.10.2024).

2. Perfusion decellularization of whole organs / J. P. Guyette et al. *Nature Protocols*. 2014. Vol. 9, no. 6. P. 1451–1468. URL: <https://doi.org/10.1038/nprot.2014.097> (date of access: 23.10.2024).

3. Chemi-Kal Hygiene Solutions | 25 Years of Industrial Cleaning. URL: <https://www.chemi-kal.co.uk/dl-manager/Peracetic-Acid-5-Percent.pdf> (дата звернення: 23.10.2024).

4. Chemical Analysis, Life Sciences, and Diagnostics | Agilent. URL: https://www.agilent.com/cs/library/msds/SDS211_Australia.pdf (дата звернення: 23.10.2024).

5. Dodecyl sulfate sodium salt SDS. URL: https://www.merckmillipore.com/INTL/en/product/msds/MDA_CHEM-822050?Origin=PDP (дата звернення: 23.10.2024).

6. TRITON® X 100 for scintillation SDS. Carl Roth - International | Homepage. URL: <https://www.carlroth.com/medias/SDB-6683-GB-EN.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyODYwMjR8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oZDkvaGIyLzg5OTY1OTc4NTgzMzQucGRmfDVkMTFjOGQ4MDY3NzdkNTI3MzE1ZDAzMTU3OWY4YzU5MmUzNjE5YzkyMTYwMjY3NGFhYzZlYzBlODNiMDUwZTA> (дата звернення: 23.10.2024).

7. Porcine (Pig) Tissues SDS. Animal and Human Biologicals | Pel-Freez Biologicals. URL: [https://www.pel-freez.com/wp/wp-content/uploads/datasheet/59401%20-%2059499%20Porcine%20\(Pig\)%20Tissues%20GHS%20SDS%2016part%20Rev%201.0.pdf](https://www.pel-freez.com/wp/wp-content/uploads/datasheet/59401%20-%2059499%20Porcine%20(Pig)%20Tissues%20GHS%20SDS%2016part%20Rev%201.0.pdf) (дата звернення: 23.10.2024).

8. GILBERT T., SELLARO T., BADYLAK S. Decellularization of tissues and organs. *Biomaterials*. 2006. URL: <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2006.02.014> (дата звернення: 23.10.2024).

9. Keane T. J., Swinehart I. T., Badylak S. F. Methods of tissue decellularization used for preparation of biologic scaffolds and in vivo relevance. *Methods*. 2015. Vol. 84. P. 25–34. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2015.03.005> (дата звернення: 23.10.2024).

10. Wang X., Chan V., Corridon P. R. Decellularized blood vessel development: Current state-of-the-art and future directions. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2022. Vol. 10. URL: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.951644> (дата звернення: 23.10.2024).

11. Gupta S. K., Mishra N. C., Dhasmana A. Decellularization Methods for Scaffold Fabrication. *Methods in Molecular Biology*. New York, NY, 2017. P. 1–10. URL: https://doi.org/10.1007/7651_2017_34 (дата звернення: 23.10.2024).

12. Tributyl Phosphate (TBP) SDS. Valudor Products - A Global Leader In Chemical Distribution. URL: <https://www.valudor.com/wp-content/uploads/2024/04/Tributyl-Phosphate-TBP.pdf> (дата звернення: 23.10.2024).

13. Protease SDS. Edvotek. URL: <https://www.edvotek.com/site/pdf/Protease.pdf> (дата звернення: 23.10.2024).

14. А.В Гавриляк. Вимоги безпеки під час експлуатації насоса «Brushless DC Pump». м. Вінниця.

15. Охорона праці: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. – 280 с.

ПРОБЛЕМА ТА НАСЛІДКИ ПЕРЕПРАЦЮВАННЯ НА РОБОТІ

*Речун А. Г., студ. (гр. ХЕ-11, ХТФ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Полукаров Ю. О., к.т.н., доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. У статті розглянуто проблему перепрацювання на роботі, що негативно впливає на здоров'я працівників. Визначено основні ризики, пов'язані з тривалою роботою без належного відпочинку, зокрема підвищений ризик серцево-судинних захворювань. Описано результати наукових досліджень, що підтверджують небезпеку перепрацювання, а також запропоновано рекомендації для попередження негативних наслідків даного явища.

Ключові слова: перепрацювання, охорона праці, серцеві захворювання, стрес, здоров'я працівників.

Abstract. This paper addresses the issue of overworking and its adverse effects on workers' health. It identifies the main risks associated with prolonged work without adequate rest, particularly the increased risk of cardiovascular diseases. The results of scientific studies confirming the danger of recycling are described, as well as recommendations for preventing the negative consequences of this phenomenon are offered.

Keywords: overworking, occupational safety, cardiovascular diseases, stress, workers' health.

Вступ. Охорона праці охоплює широкий спектр заходів, спрямованих на забезпечення безпеки та здоров'я працівників. Тривалість робочого часу в Україні встановлюється статтею 45 Конституції України та статтею 50 Кодексу законів про працю України (далі – КЗпП). Зокрема, статтею 50 КЗпП встановлено, що нормальна тривалість робочого часу працівників не може перевищувати 40 годин на тиждень [1]. Однак практика показує, що деякі роботодавці зацікавлені в отриманні більших доходів чи досягненні кращих результатів за рахунок збільшення робочого часу. Однак, це не виправдовує себе в довгостроковій перспективі, шкодить здоров'ю працівників та, зрештою, знижує продуктивність.

Крім того, у сучасному світі, де Інтернет доступний цілодобово, люди фактично не абстрагуються від роботи, навіть після завершення робочого дня. Зокрема, вони продовжують отримувати електронні листи, на які у короткий термін потрібно надати відповіді. очікують відповідей навіть пізно ввечері. У більшості випадків, ця додаткова робота ніяк не враховується у матеріальному сенсі.

Аналіз стану питання. Дослідницький центр Міжнародного кадрового порталу hh.ua провів опитування в жовтні 2017 року, в якому взяли участь 829 респондентів з різних регіонів України. Фахівці HeadHunter Україна поцікавилися у користувачів, як часто вони затримуються на роботі та яка компенсація за перепрацювання. Результати опитування відображені на рис. 1 та рис. 2 [2].

Мета роботи: проаналізувати вплив перепрацювання на здоров'я працівників та запропонувати шляхи запобігання цьому явищу.

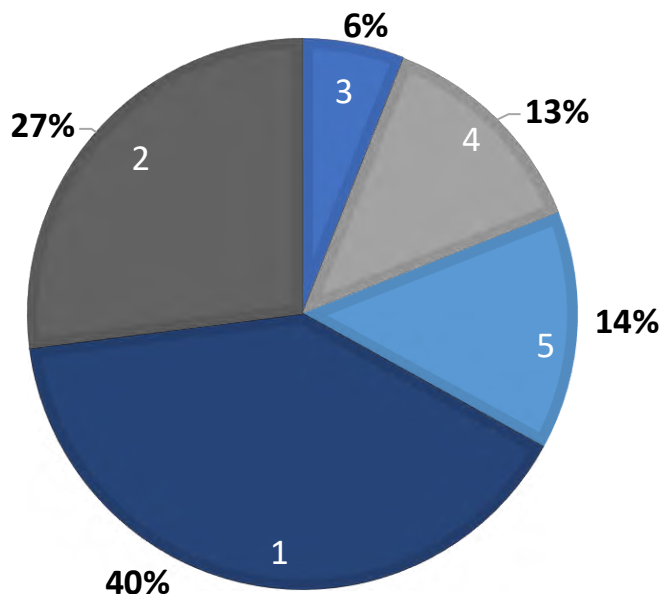


Рис. 1. Результати опитування на тему «Як часто людині доводиться затримуватись на роботі?», де: 1 – декілька разів на тиждень (40%); 2 – декілька разів на місяць (27%); 3 – декілька разів на рік (6%); 4 – на роботі не затримується (13%); 5 – кожен день (14%)

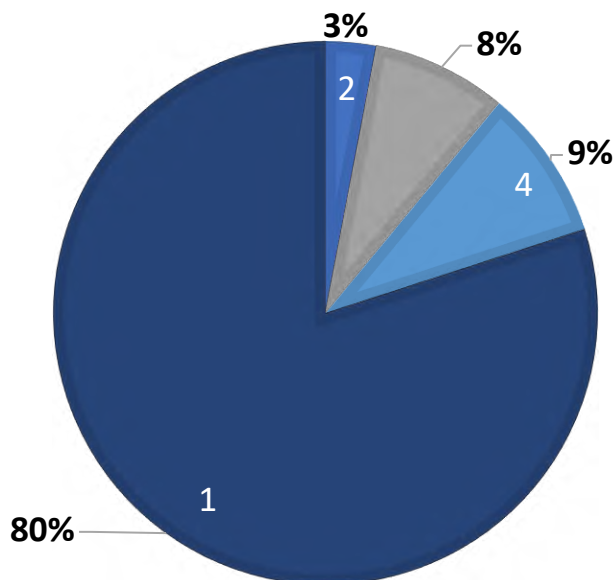


Рис. 2. Опитування на тему «Що Ви отримуєте як компенсацію за перепрацювання?», де: 1 – нічого (80%); 2 – інше (3%); 3 – додаткову оплату за понаднормові години (8%); 4 – відгули (9%).

Ці дані відображають глобальну проблему, адже перепрацювання має серйозні наслідки для здоров'я. Наприклад, можуть проявлятися такі симптоми, як порушення сну, сильна втома, головний біль, підвищене серцевиття тощо. За даними досліджень, працівники, які виконують трудові обов'язки понад норму, мають підвищений ризик серцево-судинних захворювань. В свою чергу, роботодавці, зрештою, змушені стикатись з матеріальними втратами через виплату лікарняних та нераціональними витратами часу на перероблення роботи, виконаної працівниками з помилками внаслідок перевтоми. Це і є негативний економічний фактор перепрацювання.

Методики, матеріали і результати досліджень. Тривале перепрацювання суттєво підвищує ризик серцевих нападів та інсультів [3]. Цю проблему посилює відсутність регулярних відпусток, що подвоює ймовірність розвитку серцево-судинних захворювань [4]. Згідно з дослідженням ВООЗ, 488 мільйонів людей працюють понад 55 годин на тиждень, що призводить до 745 тисяч смертей від хвороб, пов'язаних із перепрацюванням [5]. Додаткові незалежні дослідження показали, що довгі робочі години збільшують ризик інсультів на 35%, а смертність від серцевих захворювань – на 17% [6]. Фактично всі дослідження показали однакові результати – робота понад норму значно підвищує ризик серцево-судинних захворювань, зокрема, серцевих нападів та інсультів. Крім того, перепрацювання є неефективним з точки зору продуктивності, оскільки працівники, які страждають на «трудоголізм», частіше за інших припускаються помилок в своїй роботі [4].

У Японії це явище отримало назву «кароші», яке визнане на рівні суспільства як серйозна проблема [7]. У зв'язку з цим, в країні почали запроваджувати законодавчі ініціативи для подолання даної проблеми. Наприклад, у Франції запровадили право на «відключення» (*droit à la déconnexion*), яке забороняє роботодавцям контактувати з працівниками поза робочим часом [8].

Висновки. Проведені дослідження підтверджують, що перепрацювання є серйозною загрозою для здоров'я працівників, зокрема підвищує ризик смертності. Попри те, що роботодавці можуть бути зацікавлені у збільшенні робочого часу для підвищення доходів чи продуктивності, на практиці це призводить переважно до негативних економічних наслідків – частих лікарняних та збільшення витрат на медичне обслуговування.

Для зменшення негативних наслідків перепрацювання на здоров'я працівників рекомендовано:

- запроваджувати обмеження на тривалість робочого часу з урахуванням специфіки професії та виду роботи;
- забезпечувати регулярні відпустки та перерви;
- організовувати інформаційні кампанії щодо ризиків перепрацювання;
- розвивати програми підтримки працівників для зменшення їхнього стресу;
- виплачувати гідну заробітну плату за роботу та заохочувати роботодавців дотримуватися належного балансу між роботою і відпочинком;

- на державному рівні запроваджувати законодавчі ініціативи для боротьби з цією проблемою.

Література

1. Кодекс законів про працю України // затверджується Законом № 322-VIII від 10.12.71 ВВР, – 1971.
2. Як часто ми затримуємося на роботі та чи виплачують за понаднорму компенсацію. Опитування. – [Електронний ресурс] URL: <https://acc.cv.ua/news/ukraine/yak-chasto-mi-zatrimuemosya-na-roboti-ta-chi-viplachuyut-za-ponadnormu-kompensaciyu-opituvannya-4438>.
3. Elaine D. Eaker, Joan Pinsky, William P. Castelli, Myocardial Infarction and Coronary Death among Women: Psychosocial Predictors from a 20-Year Follow-up of Women in the Framingham Study, *American Journal of Epidemiology*, Volume 135, Issue 8, 15 April 1992, Pages 854–864.
4. Erin Reid. Why Some Men Pretend to Work 80-Hour Weeks. *Harvard Business Review*
5. WHO/ILO joint estimates of the work-related burden of disease and injury, 2000-2016: global monitoring report: Geneva: World Health Organization and the International Labour Organization, 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
6. Virtanen M, Kivimäki M. Long Working Hours and Risk of Cardiovascular Disease. *Curr Cardiol Rep*. 2018 Oct 1;20(11):123. doi: 10.1007/s11886-018-1049-9. PMID: 30276493; PMCID: PMC6267375.
7. Міжнародна організація праці. Karoshi: Death from Overwork [Електронний ресурс] // Encyclopaedia of Occupational Health and Safety.
8. Міністерство праці, повної зайнятості, професійної підготовки та соціального діалогу Франції. Droit à la déconnexion [Електронний ресурс] // Travail-emploi.gouv.fr.

КРИПТОГРАФІЧНІ АЛГОРИТМИ ШИФРУВАННЯ ТА ЕЦП

*Сенюк Є. О., студ. (гр. ІО-11, ФІОТ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Мітюк Л. О., к.т.н., доц., Праховнік Н. А., к.т.н., доц. (каф. ОПЦБ КПІ ім. Ігоря
Сікорського)*

Анотація. Розглянуті питання забезпечення конфіденційності, автентичності та цілісності при обміні чутливими даними.

Ключові слова: шифрування, симетричне шифрування, асиметричне шифрування, ЕЦП, шифр гамування, RSA.

Abstract. Issues of ensuring confidentiality, authenticity and integrity when exchanging sensitive data are considered.

Keywords: encryption, symmetric encryption, asymmetric encryption, electronic digital signature, jamming cipher.

Вступ. Криптографія є однією з ключових технологій сучасного світу, забезпечуючи надійний захист даних та інформації в цифровому середовищі. У наш час, коли обсяг переданих даних зростає з неймовірною швидкістю, шифрування та дешифрування відіграють вирішальну роль у збереженні конфіденційності та цілісності інформації.

Аналіз стану питання. Багато популярних месенджерів, таких як WhatsApp чи Telegram, використовують шифрування для забезпечення безпеки особистих повідомлень користувачів. Це допомагає гарантувати, що тільки відправник і отримувач зможуть прочитати повідомлення, уникаючи стороннього доступу.

Мета роботи: запропонувати методи та алгоритми забезпечення конфіденційності, автентичності та цілісності при обміні чутливими даними.

Методики, матеріали і результати досліджень. Шифрування – це процес перетворення інформації в такий вигляд, який може бути прочитаний лише за допомогою спеціального ключа. Дешифрування, у свою чергу, дозволяє повернути зашифровану інформацію до її оригінальної форми, щоб її зміг прочитати лише той, кому вона призначена.

Симетричне шифрування

Симетричне шифрування використовує один ключ для шифрування та дешифрування даних. Це означає, що відправник та отримувач повинні мати однаковий секретний ключ для успішної передачі зашифрованих повідомлень. Приклади симетричних алгоритмів включають AES (Advanced Encryption Standard), DES (Data Encryption Standard) та Blowfish.

Шифр гамування (або потокове шифрування) – це метод симетричного шифрування, при якому кожен біт або байт відкритого тексту по черзі комбінується з бітами або байтами ключової послідовності (гамою). Завдяки цьому шифру можна досягти високого рівня криптографічного захисту, особливо для передачі поточкових даних у режимі реального часу.

Принцип роботи шифру гамування

Гамування базується на генерації псевдовипадкової послідовності (гами), яка має бути такого ж розміру, як і повідомлення. Шифрування здійснюється шляхом побітового або побайтного складання відкритого тексту з гамою, зазвичай за допомогою операції XOR (ексклюзивного «або»). Дешифрування відбувається аналогічно: зашифрований текст знову об'єднується з гамою за допомогою операції XOR, що дозволяє отримати оригінальний текст.

Основні етапи шифру гамування:

1. Генерація гами: Спочатку генерується псевдовипадкова послідовність, яка називається гамою. Для її генерації часто використовується спеціальний алгоритм або генератор випадкових чисел.

2. Шифрування: Кожен біт або байт відкритого тексту комбінується з відповідним бітом або байтом гами за допомогою операції XOR.

3. Дешифрування: Процес дешифрування є ідентичним шифруванню – зашифрований текст комбінується з тією ж гамою за допомогою XOR для отримання початкового тексту.

Формально, процес можна представити наступним чином:

• **Шифрування:** $C = P \oplus K$, де P – відкритий текст, K – гама (ключова послідовність), C – шифротекст.

• **Дешифрування:** $P = C \oplus K$

Асиметричне шифрування

Асиметричне шифрування використовує пару ключів: відкритий (публічний) та закритий (приватний) ключі. Відкритий ключ доступний усім, і він використовується для шифрування даних. Закритий ключ тримається в секреті і використовується для дешифрування. Лише власник закритого ключа може розшифрувати повідомлення, зашифровані відповідним відкритим ключем. Найбільш відомі асиметричні алгоритми – це RSA (Rivest–Shamir–Adleman), DSA (Digital Signature Algorithm) та ECC (Elliptic Curve Cryptography).

RSA (Rivest–Shamir–Adleman) – це один з найпоширеніших алгоритмів асиметричного шифрування, розроблений у 1977 році Рональдом Рівестом, Аді Шаміром та Леонардом Адлеманом. RSA базується на властивостях простих чисел і є фундаментальною основою для багатьох сучасних систем безпеки, таких як захищені веб-з'єднання, цифрові підписи та шифрування даних.

Принцип роботи RSA

Алгоритм RSA використовує пару ключів: відкритий та закритий. Процес роботи алгоритму можна описати такими основними кроками:

1. Генерація ключів:

- Вибираються два великих простих числа, позначені як p і q .
- Обчислюється їх добуток: $n = p \times q$, яке називається модулем. Значення n використовується в обох ключах.
- Обчислюється функція Ейлера: $\phi(n) = (p-1)(q-1)$.

○ Обирається число «e», яке є взаємно простим з $\varphi(n)$ і задовольняє умову $1 < e < \varphi(n)$. Це число стає відкритою експонентою.

○ Знаходиться d, обернене до e за модулем $\varphi(n)$ (тобто $d \times e \equiv 1 \pmod{\varphi(n)}$). Значення d стає закритою експонентою.

2. Відкритий і закритий ключі:

○ **Відкритий ключ** складається з пари чисел (e, n). Його можна відкрито публікувати і використовувати для шифрування даних.

○ **Закритий ключ** складається з пари чисел (d, n). Він тримається в секреті і використовується для дешифрування.

3. Шифрування:

○ Для зашифрування повідомлення M використовується формула $C = M^e \pmod{n}$, де C – це зашифроване повідомлення (шифротекст).

○ Відправник використовує відкритий ключ отримувача, щоб зашифрувати повідомлення. Це дозволяє лише отримувачу з його закритим ключем розшифрувати його.

4. Дешифрування:

○ Для дешифрування отриманого шифротексту C використовується формула $M = C^d \pmod{n}$, де M – це вихідне повідомлення.

○ Оскільки тільки власник закритого ключа має значення d, лише він може відновити оригінальне повідомлення.

Електронний цифровий підпис (ЕЦП) також є важливим компонентом у забезпеченні безпеки даних. ЕЦП підтверджує автентичність документа чи повідомлення, гарантує, що вони були надіслані від конкретного відправника та не змінені під час передачі. У сучасному бізнесі ЕЦП активно використовується для підписання важливих документів, таких як контракти та фінансові звіти, що зменшує ризик підробок і зміцнює довіру між сторонами

Як працює цифровий підпис за допомогою RSA

Процес підписання повідомлення за допомогою RSA включає наступні основні кроки:

1. Хешування повідомлення:

○ Спочатку оригінальне повідомлення хешується за допомогою криптографічної хеш-функції, наприклад, SHA-256. Хешування зменшує повідомлення до фіксованої довжини, що дозволяє підписувати його швидше.

○ Хеш-функція гарантує, що навіть незначна зміна в повідомленні призведе до значно іншого хешу.

2. Шифрування хешу:

○ Хеш підписується шляхом його шифрування за допомогою закритого ключа відправника. Це і є власне цифровий підпис.

○ Формула для підписання виглядає так: $S = H(M)^d \pmod{n}$, де S – цифровий підпис, H(M) – хеш повідомлення, d – закрита експонента, а n – модуль.

3. Відправка повідомлення та підпису:

○ Підписане повідомлення разом із цифровим підписом передається отримувачу.

4. Перевірка підпису:

○ Отримувач спочатку обчислює хеш отриманого повідомлення за допомогою тієї ж хеш-функції, що використовувалася відправником.

○ Далі отримувач розшифровує цифровий підпис за допомогою відкритого ключа відправника для отримання хешу, який відправник підписав. Це можна представити як $H'(M) = S^e \bmod n$

○ Потім отримувач порівнює обчислений хеш з розшифрованим хешем. Якщо вони співпадають, то підпис вважається дійсним, а повідомлення не було змінено.

Висновки. Загалом, криптографія, шифрування, дешифрування та ЕЦП є невід'ємними елементами захисту інформації в цифрову епоху, граючи вирішальну роль у безпечному функціонуванні багатьох систем та комунікацій. Завдяки їм ми можемо безпечно спілкуватися, передавати дані та здійснювати фінансові транзакції в мережі.

Література

1. Diffie, W., & Hellman, M. E. (1976). New Directions in Cryptography. Retrieved from <https://www-ee.stanford.edu/~hellman/publications/24.pdf>.

2. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. (n.d.). Алгоритм RSA. Вікі Тернопільського національного технічного університету. Retrieved from https://wiki.tntu.edu.ua/Алгоритм_RSA.

3. Studfile.net. (n.d.). Криптографія та алгоритм RSA. Retrieved from <https://studfile.net/preview/6047915/page:5/>.

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА АТОМНІЙ СТАНЦІЇ

*Соболев А. С., канд. біол. наук, доц. (Національний університет харчових технологій
Інститут післядипломної освіти, м. Київ)*

Анотація. Розглянуто питання безпеки життєдіяльності на територіях, забруднених радіонуклідами. Розроблені експертами настановні матеріали відбивають конкретні операції щодо обмеження виникнення нещасних випадків та професійних захворювань на територіях, забруднених радіонуклідами.

Ключові слова: радіонукліди, дози опромінення, надзвичайні ситуації, продукти тваринництва.

Abstract. The issue of life safety in the territories contaminated with radionuclides is considered. Instructional materials developed by experts reflect specific operations to limit the occurrence of accidents and occupational diseases in territories contaminated with radionuclides.

Keywords: radionuclides, radiation doses, emergency situations, livestock products.

Вступ. Світ змінився. Надзвичайні ситуації будуть постійною характеристикою нового світу. Як поводитись людині в надзвичайних ситуаціях? В статті розглядаються питання безпеки життєдіяльності на територіях, забруднених радіонуклідами. Розроблені експертами настановні матеріали відбивають конкретні операції щодо обмеження виникнення нещасних випадків та професійних захворювань на територіях, забруднених радіонуклідами.

Аналіз стану питання. Матеріали наведені в статті отримані на територіях, постраждалих після аварії на Чорнобильській станції, у 1986 році. На забруднених територіях проживає більше 2 млн. осіб. Території, що віднесені до зон радіоактивного забруднення, знаходяться у 74 районах 12 областей

Українське законодавство вказує на необхідність уникати дози, що перевищує 1 мЗв/рік або 70 Зв протягом усього життя. Відомо, що точний вимір або розрахунок доз залишається складною справою. Безпека життєдіяльності людини на території, забрудненій радіонуклідами насамперед залежить від дози опромінення.

Мета роботи: розробити комплекс заходів безпеки для мінімізації наслідків аварії на атомній станції, спрямованих на всебічний захист населення, створення безпечних умов проживання на радіоактивно забруднених територіях. Основою для планування цих заходів є об'єктивна оцінка радіоекологічних умов.

Методики, матеріали і результати досліджень. Концентрацію ^{137}Cs в пробах визначали на гама-спектрометрі Nokia LPA 4900, а ^{90}Sr – радіохімічним методом по загальноприйнятій методиці [1].

Різниця в середніх дозах, що спостерігається в населених пунктах з однаковим рівнем екологічного забруднення, визначається їх екологічними особливостями та ефективністю протирадіаційних заходів. Наприклад, радіонукліди набагато швидше мігрують до рослин (а від них до тварин та людей) на бідних піщаних, торф'яних ґрунтах та не культивованих землях. Моніторинг харчових продуктів, питної води та інших ключових екологічних складових може вказати на конкретну проблему окремих населених пунктів. Багатьма шляхами міграції радіації в навколишньому середовищі можна штучно керувати з метою зменшення величини доз опромінення.

Дози опромінення можуть також широко відрізнятись в межах окремих міст і сіл. У тому самому населеному пункті різниця доз, отриманих окремими особами, в основному, залежить від способу життя та факторів поведінки [2].

Першу категорію представляють жителі з кращим економічним достатком, які купують продукти харчування, а другу – групи сільського населення, що споживають продукти з власних ділянок та з лісу.

Дозу внутрішнього опромінення створюють радіонукліди, що надходять до організму людини, в основному, з продуктами харчування. Радіаційний стан визначається насамперед інтенсивністю включення радіонуклідів у харчовий ланцюг ґрунт – рослини – тварини – продукція тваринництва, що значно відрізняється залежно від типу ґрунту та технологічних і екологічних умов виробництва

Основними дозоутворюючими факторами внутрішнього опромінення є продукти тваринництва – молоко і молокопродукти, м'ясо і м'ясопродукти,

Накопичення радіонуклідів у продукції залежить від багатьох факторів, серед яких головними є рівень забруднення ґрунту і його радіологічні властивості [3].

Населенню та широкій громадськості на базі найбільш вірогідних фактів необхідно запропонувати чіткі поради та інформацію про реальні ризики, пов'язані з радіоактивним опроміненням, викликаним аварією на станції. Надзвичайно важливо, щоб ці поради були конкретними та відвертими.

Висновки. Безпека життєдіяльності людини на території, забрудненій радіонуклідами насамперед залежить від дози опромінення. Основними дозоутворюючими факторами внутрішнього опромінення є продукти тваринництва – молоко і молокопродукти, м'ясо і м'ясопродукти.

Населенню та широкій громадськості на базі найбільш вірогідних фактів необхідно запропонувати чіткі поради та інформацію про реальні ризики, пов'язані з радіоактивним опроміненням, викликаним аварією на станції.

Література

1. Радіаційна безпечність продуктів харчування згідно принципам системи НАССР. Коригувальні дії. – Безпека життєдіяльності людини як умова сталого розвитку сучасного суспільства. Матеріали 8 міжнародна практичної конференції. Збірник. – К.: Основа, 2020, с. 358-364.

2. Sobolev A. Estimation of the balance radiocaesium in the private farms of the Chernobyl zone and countermeasures with regard to the reduction of health risk for rural inhabitants/ A.Sobolev, K.Hove, P.Strand//The radiological consequences of the Chernobyl accident. – ECSC-EC-EAEC. – Brussels, Luxembourg, 1996. – P. 319-338.

3. Sobolev A. Radiological situation on the private farms after the accident at CRNPP / A.Sobolev, K.Hove // One Decade after Chernobyl. Summing up the Consequences of the Accident. – Vienna, – 1996. – P 63-72.

ЗАГРОЗИ ТЕРИТОРІЇ ВІД МІНУВАННЯ ТА ОБСТРІЛІВ

Третьякова Л. Д., докт. техн. наук, проф. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Гомз'як Б. М., студ. (гр. ОА-11, ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. У статті розглянуто основні загрози та можливі наслідки від вибухів снарядів і мін для населення та довкілля країни. Наявність важких металів на поверхні ґрунту призводить до виникнення надзвичайних екологічних ситуацій трьох видів: перевищення допустимої концентрації окремих важких металів; засолення ґрунтів вище допустимої норми; забруднення джерел питної води солями важких металів.

Ключові слова: надзвичайна ситуація; важкі метали.

Abstract. The article discusses the main threats and possible consequences of shell and mine explosions for the population and environment of the country. The presence of heavy metals on the soil surface leads to three types of environmental emergencies: exceeding the permissible concentration of certain heavy metals; salinization of soils above the permissible norm; contamination of drinking water sources with salts of heavy metals.

Keywords: emergency; heavy metals.

Вступ. Воєнний конфлікт, який виникнув на території України 2014 року, утворив екологічні проблеми, пов'язані з накопиченням забруднюючих речовин у ґрунті та відкритих водоймах. Упродовж 2014-2021 років в Україні в наслідок мінування та військових дій було забруднено до 60 тис. кв. км територій. 2015 року за підтримки *Organization for Security and Co-operation in Europe* були виконані дослідження стану поверхні ґрунтів у зоні конфлікту на сході України. За результатами досліджень було встановлено, що вміст важких металів у пробах ґрунту, відібраних на ділянках бойових дій, в більшості випадків перевищував фонове значення в 1,2...12 разів. Систематичне перевищення в 1,1...1,3 рази спостерігалось щодо ртуті, ванадію та кадмію [1]. Найвищий вміст важких металів виявлено в місцях встановлення мін і розриву снарядів.

Аналіз стану питання. З початку повномасштабного вторгнення росії в Україну (з 22 лютого 2022 р.) наслідки для екосистеми безумовно посилилися, виникли нові загрози цивільній та екологічній безпеці через мінування та забруднення земель сільськогосподарського призначення снарядами та мінами. Відповідно, проблема оцінювання умов виникнення та наслідків екологічних надзвичайних ситуацій через мінування територій, природних масивів і земель сільськогосподарського призначення є актуальним завданням.

Мета статті – проаналізувати вміст і рівні забруднення поверхні територій через військові дії, встановити наслідки від артилерійських обстрілів і замінування та сформулювати умови, які дають можливість оцінити імовірність і строки виникнення надзвичайних ситуацій.

Методики, матеріали і результати досліджень. Окупанти запровадили безпрецедентне мінування доріг, мостів і навіть земель сільськогосподарського

призначення. Це створює великі загрози життю та здоров'ю цивільного населення та тваринам, а також призводить за роки війни до комплексу екологічних загроз. Загрози стосуються всіх складових довкілля включно зі станом рослин, відкритих водойм та якості ґрунтів. Такі наслідки великою мірою посилюються через віддалені розриви ракет, бомб, безпілотників та мін.

Вибухи снарядів і мін призводять до суттєвого хімічного забруднення води і ґрунтів важкими металами, а саме: міддю, залізом, цинком, свинцем, стронцієм, титаном, кадмієм, нікелем. До важких металів зазвичай відносять метали, питома щільність яких у п'ять разів перевищує щільність води (5 г / см^3). Деякі з таких металів можуть бути корисними для людини (мідь, залізо, цинк), якщо їхній вміст не перевищує встановлених норм. Але вони стають токсичними, якщо їх хімічне видоутворення або концентрації перевищує допустимі значення [2]. Такі важкі метали як миш'як, марганець, свинець, кадмій і ртуть мають сильну токсичність навіть за низьких концентрацій. Вплив важких металів на людину може бути прямим (потрапляння з водою) та непрямим, як результат біоаккумуляції у рослинах та рибах, які вживають у їжу. Важкі метали шкідливі через їхні тривалі періоди напіврозпаду та здатності накопичуватися в різних частинах тіла людини. Відповідно висока концентрація важких металів і токсичних речовин робить ґрунт небезпечним і непридатним для подальшого сільськогосподарського використання. Господарча діяльності на таких ґрунтах без попередніх робіт з рекультивативації та відновлення становиться неможливою, оскільки важкі метали можуть потрапити через харчові ланцюжки в організм людини.

Детонація вибухонебезпечних предметів часто призводить до виникнення лісових пожеж, нових вибухів. Виконання робіт за таких умов небезпечно, що суттєво ускладнюється невідомими додатковими місцями розташування нерозірваних мін. Дим, чадний газ, дрібнодисперсний пил, який утворюється в результаті вибухів і пожеж пересувається на великі відстані, створюючи додаткові загрози здоров'ю цивільного населення через вдихання та забруднення очей і шкіри.

Нині ліквідація наслідків від бойових дій за даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій потребує: розмінування близько 300 тис. кв. км, тобто майже половина території України. Піротехнічні підрозділи ДСНС щоденно вилучають і знешкоджують від 2 до 6 тис. вибухонебезпечних предметів – удесятеро більше, ніж до російського вторгнення [3]. З початку війни 2022 року до червня 2024 року Управління Верховного комісара ООН з прав людини зафіксувало 33 878 жертв серед цивільного населення від вибухонебезпечних предметів. Виникла нагальна потреба розроблення заходів з прогнозування розвитку екологічних надзвичайних ситуацій та обмеження негативного впливу забруднення ґрунтів та водних ресурсів.

Найбільш токсичні елементи з території, де відбуваються військові дії, це свинець і супутні забруднення, сурма, хром, миш'як, ртуть, нікель, цинк і кадмій. Вибухові речовини також містять велику кількість ртуті, цинку, міді, нікелю, свинця і хрому, які використовують для покриття куль, ракет, стволів гармат і

військових транспортних засобів. Барій, стибій, бісмут, бор є зарядними сполуками для зброї, вольфрам застосовують у авіаційних бомбах [3]. Після потрапляння в довкілля потенційно токсичні елементи в боєприпасах окислюється під час контакту з повітрям, решта потрапляє в ґрунт, де відбуваються різні хімічні процеси. Забруднення поверхні ґрунтів призводить до низки проблеми, пов'язаних із засолення ґрунту, забрудненням ґрунтових вод та підвищенням рівня мінералізації води в поверхневих водоймах.

Експериментальні методи досліджень наразі неможливі, оскільки обстріли відбуваються за всією територією країни. Одним зі способів розв'язання цієї проблеми має бути розроблення методу прогнозування рівнів можливого забруднення ґрунтів та ґрунтових вод з використанням математичних моделей [4]. Під час розробки загального алгоритму оцінки впливу бойових дій на довкілля доцільно попередньо отримати таку інформацію:

- про застосування на даній території певних видів і типів боєприпасів, снарядів, ракет, авіаційних бомб;
- про мінування території та можливість або неможливість повного її розмінування;
- про наслідки впливу на місцеві об'єкти знищення невикористаних боєприпасів, які неможливо знешкодити, а можливо ліквідувати лише за місцем способом підриву;
- про стан поверхні, оскільки вибухи здатні змінювати рельєф території, переміщувати шари ґрунту.

У ґрунт, та відповідно і у підземні води, потрапляють важкі метали від боєприпасів та військової техніки. Умовою виникнення надзвичайної ситуації першого типу є глибинне засолення ґрунту. Умовою надзвичайної ситуації другого типу є потрапляння молекул важких металів у водні горизонти. Моделювання процесу переміщення молекул важких металів у багат шарових ґрунтах передбачає кілька етапів. Початкова необхідна умова формування поля математичної моделі – наявність у поверхневому шарі ґрунту хімічних сполук важких металів з концентрацією, яка перевищує допустимий рівень. Переміщення важких металів відбувається в зоні аерації і зрозуміло, що на різних територіях буде різна швидкість поширення забруднень. Потрібно відзначити, що усі вказані величини є імовірними, залежать від структури зони аерації, властивостей молекул металів, температури, тиску, вологості і концентрації речовини.

Напишемо початкову умову виникнення небезпеки – наявність у поверхневому шарі ґрунту хімічно-небезпечних сполук з концентрацією, яка перевищує гранично-допустиму концентрацію (ГДК).

$$\rho_i(x_0, y_0, z, t) \geq \text{ГДК}_i, \quad (1)$$

де ρ – концентрація хімічно-небезпечної сполуки; x_0, y_0, z_0 – початкові координати джерела забруднення; i – хімічно-небезпечна сполука, яка досягла ГДК.

Небезпека виникнення надзвичайних ситуацій та оцінка можливих наслідків у моделі надані у вигляді:

– надзвичайна ситуація, яка спричинена підвищенням рівня глибинного засолення ґрунту

$$C_x < q(C_x, t, h_x) < 0,35, \quad (2)$$

– надзвичайна ситуація, яка зумовлена потраплянням хімічно-небезпечної сполуки з важкими металами у ґрунтові або підземні води

$$h_0 \leq q(C_x, T) \leq H, \quad (3)$$

де h – глибина проникнення хімічно-небезпечних сполук у ґрунт; $q(C_x, t)$ – показник, який в подальшому визначає характер поширення небезпеки та є відображенням джерел небезпеки; H – глибина залягання водоносного горизонту в межах території можливого поширення

Використання методу моделювання потребує передусім експериментальної оцінки концентрації шкідливих речовин, глибини їх проникнення та структури зони аерації, яка також могла змінитися через обстріли та вибухи.

Висновок. У результаті тривалих обстрілів і мінування на близько п'ятдесяти відсотків територій зафіксовано накопичення сполучень хімічних речовин, які містять важкі метали. Аналіз літературних джерел показав, що важкі метали негативно впливають на здоров'я людей, підвищують ризики захворювання внутрішніх органів та раку. Наявність важких металів на поверхні ґрунту створює умови до виникнення екологічних надзвичайних ситуацій, які призводять до: засолення ґрунту і втрати його родючості; вторинного забруднення рослин, які повсюдно використовують у їжу; забруднення поверхневих та глибинних шарів водних горизонтів, які часто використовують як джерела питної води.

Література

1. Website of the Ukrainian Deminers Association URL: <https://www.uda.org.ua/>.
2. Zaitsev Y.O., Gryshchenko O.M., Romanova S.A., Zaitseva I.O. Influence of military operations on the content of gross forms of heavy metals in the soils of Sumy and Okhtyrka districts of Sumy region. Agroecological journal. 2022. 3. С. 136–149. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2022.266419>.
3. Іванюта С., Якушенко Л. Пріоритети забезпечення екологічної безпеки України в умовах російської воєнної агресії: аналіт. доп. Київ: НІСД, 2024. 61 с. <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2024.11>.
4. Tretiakova L., Panasiuk I., Mitiuk L., Rebuell E. (2022). Method for predicting the dissemination of hazardous substances in the soil during long-term storage of galvanic waste. EUREKA: «Physics and Engineering», 2022. 1 (38). P. 12-22. DOI: 10.21303/2461-4262.2022.002231.

КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ БУДИНКУ

Філіпович М. О., студ. (гр. ЕТ-11, ФЕА КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. У статті розглянуто основну концепцію побудови ефективної системи блискавкозахисту будинку відповідно до стандартів ДСТУ EN 62305. Наведено конструктивне виконання базових складників системи: блискавковідводів, струмоприймачів, системи захисту від імпульсної перенапруги і вирівнювання потенціалів, а також захисного заземлення.

Ключові слова: безпека, наслідки, проектування.

Abstract. The article discusses the basic concept of building an effective lightning protection system for a house in accordance with DSTU EN 62305 standards. The design of the basic components of the system is presented: lightning rods, current collectors, surge protection and equipotential bonding systems, as well as protective grounding.

Keywords: safety, consequences, design.

Вступ. Безпека життєдіяльності людини визначається великою мірою процесами, які відбуваються в оточуючому природному середовищі. Фахівці досі неспроможні знайти повністю надійних засобів задля унеможливлення ризиків від виникнення блискавки та обмеження її первинних і вторинних небезпечних проявів. У середньому на планеті кожну секунду виникають 50...100 блискавок. На нинішньому етапі розряди блискавки становлять загрозу не тільки будівлям та індивідуумам, а також технологічному складному обладнанню та електронним системам захисту, які часто є складниками життєва важливих систем та порушення роботи яких може призвести до катастрофічних наслідків. Чутливі телекомунікаційні мережі також потребують надійного захисту. Прихованою загрозою для таких систем є не тільки прямі удари блискавки. Набагато більшої шкоди сучасним електронним засобам завдають перенапруги, зумовлені дистанційним впливом розрядів блискавки. Під час грози за короткі проміжки часу виробляється велика кількість енергії. Імпульсні перенапруги потрапляють у будівлю через дроти або будь-які струмопровідні з'єднання та спричиняють серйозні ушкодження.

Аналіз стану питання. Фізична природа блискавки спричинена розділенням зарядів в межах однієї хмари чи між окремими хмарами. 90% усіх розрядів блискавок відбувається між хмарою та поверхнею землі. Блискавка зароджується в негативно зарядженій частині хмари та рухається до позитивно зарядженої поверхні на землі. Напруженість електричного поля за якою відбувається розряд, залежить від ізоляційної здатності повітря і становить від 0,5 до 10 кВ/см. Потраплення блискавки в будівлі та комунікації призводить до серйозних наслідків і тому важливо розробляти та впроваджувати заходи до їх обмеження.

Мета статті – розгляд концепції побудови системи блискавкозахисту, огляд новітніх засобів системи безпеки задля її реалізації. Запропонована концепція дає можливість обмежити загрозу (ймовірність) від влучання блискавки чи звести негативні наслідки після влучання до мінімуму.

Методики, матеріали і результати досліджень. Захист від блискавок – це комплекс технічних рішень і спеціальних приладів, які призначені до безпеки будівлі, захисту майна та осіб, котрі знаходяться всередині будівлі [1]. Небезпека для будівель у разі прямого потрапляння блискавки може призвести до: пошкодження будівлі чи її частини; відмов електричних та електронних пристроїв, їхніх елементів всередині і поблизу будівлі; травмування живих істот, які знаходяться безпосередньо в будівлі чи поблизу неї.

Новітня концепція створення системи захисту будівель наведена у стандартах [2, 3] і побудована на визначення зон блискавкозахисту, куди саме може влучила блискавка. Встановлено чотири зони, які позначено латинською літерою S (Source – джерело пошкодження): S1 – безпосередньо в будівлю; S2 – поблизу будівлі; S3 – лінії комунікацій, які приєднані до будівлі (кабелі живлення, лінії телекомунікацій, металеві труби (газ, вода, каналізація, центральне опалення); S4 – поблизу ліній комунікацій, які приєднані до будівлі.

Така концепція заснована на положенні, що перенапруги можна поступово знижувати до безпечного рівня, попереджуючи досягнення кінцевого пристрою та завдання шкоди. Для цього вся енергетична система будівлі поділяється на зони блискавкозахисту (LPZ – Lightning Protection Zone). На кожному переході між зонами встановлюється блискавковідвід для вирівнювання потенціального зчеплення, який відповідає відповідному класу вимог.

Системи захисту поділять на зовнішні та внутрішні.

Зовнішня система – захищає будівлю від фізичних руйнувань (пожежа, розколювання, розтріскування), та живих істот у споруді від ураження електричним струмом, який протікає під дією напруги дотику чи крокової напруги. У загальному випадку зовнішній блискавкозахист складається з трьох базових елементів: блискавковідвід; струмоприймач; заземлення.

Блискавковідвід – пристрій, який перехоплює розряд блискавки. Блискавковідвід виконують зі струмопровідних матеріалів: нержавіюча або оцинкована сталь, алюміній, мідь. Струмоприймач відводить струм блискавки від блискавковідводу до системи заземлення. Кількість струмоприймачів залежить від розмірів будівлі, що охороняється, але в будь-якому випадку їх кількість не менш як два вводи. Водночас необхідно проєктувати та виконувати струмоприймачі так, щоб струм проходив за найкоротшим шляхом і без петель. Для найкращого розподілу струму блискавки струмоприймачі потрібно розташувати рівномірно за периметром зовнішніх стінок споруди. Найкращий варіант встановлення струмоприймачів – біля кутів будівельної конструкції. Струмоприймачі під'єднують до загальної системи захисного заземлення, яке встановлено навколо будівлі за вимогами електробезпеки.

Внутрішня система захищає електричні та електронні системи в будівлі від відмов чи пошкоджень, які спричиняють імпульсні електромагнітні поля блискавки (LEMP). Для цього використовують різні типи пристроїв захисту від імпульсної перенапруги. Завдання внутрішньої системи блискавкозахисту полягає в запобіганні потрапляння небезпечних розрядів (іскор) усередину будівельної конструкції – об'єкта захисту. Іскріння виникає передусім як наслідок протікання струму блискавки по провіднику (струмоприймачу). У наслідок такого процесу виникає велика різниця потенціалів між металевими і струмовідними елементами системи. Задля запобігання пошкодженню всередині конструкції потрібна система захисту від імпульсних перенапруг (SPD) і вирівнювання потенціалів.

Передусім необхідно забезпечити захист силових і телекомунікаційних мереж. Це зумовлено прямим зв'язком між зовнішньою системою блискавкозахисту, будівлею та внутрішньою системою захисту, оскільки система заземлення та вирівнювання потенціалів взаємозв'язані. За даними технічного комітету 81 Міжнародної електротехнічної комісії, 2/3 коштів, які щороку витрачаються у світі на блискавкозахист, йдуть на придбання пристроїв захисту SPD. В Україні нажалі більшість виробничих будівель не мають системи блискавкозахисту, а ті, що реалізовані, переважно мають тільки зовнішні LPZ. Яким би не був за розмірами та вартістю об'єкт відповідно до нового стандарту [4], для його ефективного захисту має бути приділена увага таким складовим системам: перехоплення; доземних провідників; земляного закінчення; система вирівнювання потенціалів (ЕВ).

Система перехоплення призначена для обмеження струму блискавки, внаслідок чого суттєво зменшується ризик фізичних руйнувань. Складається вона з довільного поєднання стрижнів та провідників, які або утворюють сітку або натягнуті над спорудою. Кожен елемент цієї системи створює навколо себе об'єм, який досить надійно захищений від блискавки. У державному стандарті [4] наведено такі інженерні методи, як метод захисного кута та метод сфери, що котиться, які дають змогу розрахувати параметри захисної схеми.

Система доземних провідників призначена для відведення струму блискавки від перехоплювачів до землі. У цьому випадку намагаються використати всі струмопровідні шляхи аби розподілити струм (а він складає десятки тисяч ампер) на якнайбільш можливу кількість паралельних ліній. Конструктивно всі доземні провідники з'єднують між собою кільцевими провідниками на позначці покрівлі та поблизу поверхні землі. Потрібно виконати розрахунки відстань між провідниками відведення, конструктивними струмопровідними частинами споруди та її інженерними системами аби запобігти виникненню розрядів між усіма частинами.

Система земляного закінчення (LPS заземлення) – це найнижча частина, яка занурена до землі, має невеликий опір (до 10 Ом) і безпосередній електричний контакт з нею [1]. Рекомендовано використовувати окремі електроди для кожного струмоприймача по одному глибокому заземлювачу довжиною 9,0 м, який прокладається на відстані 1,0 м від фундаменту споруди

(рис. 1). Мінімальний розмір заземлювального провідника типу А для класів блискавкозахисту III і IV становить 2,5 м для вертикального монтажу і 5 м для горизонтального монтажу [5]. У конструкції LPS заземлення можна використовувати: пруті сталеві оцинковані чи з нержавіючої сталі 0,20 мм; сталеві оцинковані труби чи з нержавіючої сталі 0,25 мм; плоскі провідники з оцинкованої чи нержавіючої сталі 30 x 3,5 мм.

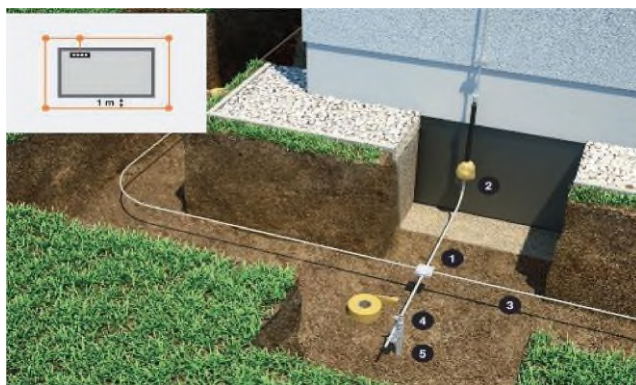


Рис. 1. Конструкція LPS заземлення: 1 – перехресний з'єднувач, 2 – антикорозійна стрічка, 3 – круглий провідник, 4 – сполучні клеми, 5 – заземлюючий стрижень

Необхідну довжину заземлювачів можна розділити на кілька довжин, з'єднаних паралельно. Залежно від типу ґрунту глибокі заземлювачі можна прокласти в землі вручну або за допомогою відповідних електричних, бензинових або пневматичних перфораторів. Усі заземлювачі потрібно приєднати до кільцевого заземлювача всередині або зовні будівлі і підключити до шини вирівнювання потенціалів.

Систему вирівнювання потенціалів (ЕВ) потрібно встановити в підвалі або на рівні землі. Система земляного закінчення стає системою заземлення у разі її з'єднання з системою ЕВ. На жаль, у великому числі вітчизняних проєктів система ЕВ взагалі відсутня. Силові та телекомунікаційні лінії під'єднують до системи ЕВ через розрядники. Мінімальні розміри для з'єднувальних елементів: мідь 16 мм²; алюміній 25 мм²; сталь 50 мм².

Система ЕВ призначена для відвернення виникнення різниці потенціалів між окремими струмопровідними конструкційними елементами споруди та інженерними системами. Передусім, вони орієнтовані на дотримання вимог з електробезпеки. Зокрема, у випадку пошкодження ізоляції мають надійно спрацювати такі пристрої захисту мереж, як автоматичний вимикач і пристрій захисного відключення. За якісного проєктування та достатньої кваліфікації будівельників систему ЕВ створюють одночасно зі зведенням будівлі.

Основні переваги наведеної системи захисту полягають у її комплексному обмеженні наслідків від первинних і вторинних проявів блискавки та відповідності вимогам з електробезпеки.

До недоліків можна віднести високу вартість та необхідність утримання системи у працездатному стані впродовж тривалого часу (20–25 років), чому сприяє механічна та корозійна стійкість компонентів LPZ.

Висновок. Системи блискавкозахисту становлять необхідний елемент будь-якої споруди, оскільки неможливо передбачити вплив таких природних явищ як блискавка. Розглянута конструкція системи блискавкозахисту дає змогу зменшити імовірність потрапляння блискавки та запобігти серйозним наслідкам.

Науковий керівник: Третьякова Л. Д., докт. техн. наук, проф. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Література

1. ДСТУ EN 62305-1:2012. Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи (EN 62305-2:2011, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=29300.
2. ДСТУ EN 62305-2. Менеджмент ризику. Оцінка ризику. Управління ризиками (EN 62305-2:2012, IDT; IEC 62305-2:2010, MOD) URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=107970.
3. IEC 62305-2 Revised. Protection against lightning - Part 2: Risk management /URL: <https://webstore.iec.ch/en/publication/6794>.
4. ДСТУ EN 62305-3:2021/ Блискавкозахист. Частина 3. Фізичні пошкодження будівель (споруд) та небезпека для життя (EN 62305-3:2011, IDT; IEC 62305-3:2010, MOD). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=96752.
5. DIN EN 62305-4 VDE 0185-305-4:2011-10. Protection against lightning. Part 4: Electrical and electronic systems within structures. (IEC 62305-4:2010, modified) URL: <https://www.vde-verlag.de/standards/0185048/din-en-62305-4-vde-0185-305-4-2011-10.html>.

ДЛЯ НОТАТОК

Наукове видання
Редакційна колегія:
Головний редактор
О. Г. Левченко, докт. техн. наук, проф., зав. каф. ОПЩБ

Заступник головного редактора, науковий редактор
Ю. О. Полукаров, канд. техн. наук, доц.

ПРОБЛЕМИ ОХОРОНИ ПРАЦІ, ПРОМИСЛОВОЇ ТА ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

XXXI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-МЕТОДИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
(з участю студентів)

Здано на складання 13.11.2024. Підписано 27.11.2024.

Електронне видання.

Обл-від.арк. 9,0. Умовн. друк. арк. 8,45

Видавництво «Журфонд»
49001, м. Дніпро, вул. Старокозацька, 8
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
ДК № 684 від 21.11.2001 р.

Підготовлено до видання
у Національному технічному університеті України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
(КПІ ім. Ігоря Сікорського)
03056, Київ, Берестейський проспект, 37