

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

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



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

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ
XXXIII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-МЕТОДИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ
(з участю студентів)**

КИЇВ КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО

2025

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

ПРОГРАМА ТА НАУКОВІ ПРАЦІ УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ

14 листопада 2025 р.

Форма проведення конференції: заочна

ISBN 978-617-8737-29-0
УДК 31(45+1)+614:82-5
П78

Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки: Збірник матеріалів XXXIII Всеукраїнської науково-методичної конференції (з участю студентів), м. Київ, 14 листопада 2025 р. – Електронне видання. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 104 с.

У збірнику представлено програму та наукові праці учасників XXXIII Всеукраїнської науково-методичної конференції (з участю студентів) «Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки», що відбулася в заочній формі в м. Києві 14 листопада 2025 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», «Цивільний захист, оборона та патріотичне виховання», «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., канд. техн. наук, доц. (член оргкомітету)

Дата проведення конференції – 14 листопада 2025 року

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

Матеріали конференції розглянуто і схвалено на засіданні кафедри охорони праці, промислової та цивільної безпеки (протокол № 5 від 19.11.2025 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, 2025
© Журфонд, 2025

ЗМІСТ

<i>Levchenko O. G., Zemlyanska O. V., Polukarov Yu. O.</i> FEATURES OF CIVIL DEFENSE OF THE POPULATION IN FRONTLINE CITIES	9
<i>Levchenko O. G., Zemlyanska O. V., Polukarov Yu. O.</i> ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF THE DESTRUCTION OF CRITICAL INFRASTRUCTURE IN UKRAINE: ANALYSIS OF EVENTS FOR 2024-2025	12
<i>Sokolan Iu. S., Kalda G. S.</i> IMPROVING THE ASSESSMENT AND VERIFICATION OF WORKING CONDITIONS IN PREMISES WITH PERSONAL COMPUTERS.....	16
<i>Zemlyanska O. V., Polukarov Yu. O.</i> THE IMPACT OF STRESS AND FATIGUE ON THE LEVEL OF OCCUPATIONAL INJURIES	21
<i>Антоненко В. О., Ковтун А. І.</i> ЛЮДИНА ЯК СУБ'ЄКТ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПІДТРИМКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПРИ СИГНАЛАХ ПОВІТРЯНОЇ ТРИВОГИ.....	24
<i>Березуцький В. В., Халіль Р. І.</i> ФОРМУВАННЯ КУЛЬТУРИ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ТА ЗДОРОВ'Я МАЙБУТНЬОГО ФАХІВЦЯ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ВІЙНИ.....	32
<i>Бондаренко А. О., Ковтун А. І.</i> ДІЇ ПРАЦІВНИКІВ НА ВИРОБНИЧИХ ПІДРОЗДІЛАХ ПІД ЧАС ОГОЛОШЕННЯ ПОВІТРЯНОЇ ТРИВОГИ.....	36
<i>Голондарьова М. І., Ковтун А. І.</i> КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ЗАХИСТУ ПРАЦІВНИКІВ ВІД ШКІДЛИВИХ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ (ШУМ, ПИЛ, ВИПРОМІНЮВАННЯ).....	42
<i>Древаль Ю. Д., Валентюк О. В.</i> УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАХОДІВ І ЗАСОБІВ ДЕРЖАВНОГО НАГЛЯДУ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	45
<i>Древаль Ю. Д., Тім Х. В.</i> КУЛЬТУРА ОХОРОНИ ПРАЦІ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	48
<i>Козирев А. С., Зайка С. О.</i> ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ УМОВАМИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ПЕРСОНАЛУ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ.....	52
<i>Компанієць Д. А., Праховнік Н. А.</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕННЯ ТА ПЕРСОНАЛУ ЯКІСНОЮ ПИТНОЮ ВОДОЮ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ: ВИКЛИКИ, РІШЕННЯ ТА СТРАТЕГІЧНІ ПРІОРИТЕТИ.....	57
<i>Кружилко О. Є., Струналь В. М., Шилкін А. С., Полукаров О. І.</i> ОСОБЛИВОСТІ КОМБІНОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ МЕТОДІВ DELPHI ТА ANP ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	60
<i>Кружилко О. Є., Чеберячко Ю. І., Шапошникова Е. С.</i> МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПРОГРАМНОМУ МОДУЛІ «HYSPLIT».....	64
<i>Лазаренко В. В., Максимчук В. С.</i> ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ УМОВ ПРАЦІ.....	68

<i>Лазаренко В. В.</i> РОЛЬ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ	73
<i>Накемній О. К.</i> ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПІД ЧАС ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ	76
<i>Тагільцева В. І, Мітюк Л. О.</i> ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ МЕРЕЖІ ПУНКТІВ НЕЗЛАМНОСТІ В УМОВАХ ДЕФІЦИТУ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ І ПІДГОТОВКА ПЕРСОНАЛУ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ	80
<i>Товстенко Б. К., Мітюк Л. О.</i> КІБЕРЗАХИСТ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: ІНТЕГРАТИВНИЙ ПІДХІД	83
<i>Мітюк Л. О., Харитонов Д. А.</i> ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	87
<i>Цимбал Б. М., Соколов В. Д.</i> ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ ТА ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ В НАГЛЯДОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖПРАЦІ	91
<i>Цимбал Б. М., Голобородько Є. М.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЙ НА СТАБІЛЬНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	94
<i>Цимбал Б. М., Довгальок А. Ю.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ РИЗИКУ ПІД ЧАС ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ	96
<i>Ялова К. А., Мітюк Л. О.</i> ІНФОРМАЦІЙНІ, УПРАВЛІНСЬКІ, ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ У СУЧАСНИХ УМОВАХ	99

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ

14 листопада 2025р. – день роботи конференції

- 10.00 – **Відкриття конференції. Привітання учасників конференції. О. Г. Левченко – голова оргкомітету.**
- 10.10 – Features of civil defense of the population in frontline cities. *Levchenko O. G., Zemlyanska O. V., Polukarov Yu. O.*
- 10.25 – Особливості комбінованого використання експертних методів Delphi та АНР для оперативного планування заходів з охорони праці. *Кружилко О. Є., Струналь В. М., Шилкін А. С., Полукаров О. І.*
- 10.40 – Використання дронів та дистанційного моніторингу в наглядовій діяльності Держпраці. *Цимбал Б. М., Соколов В. Д.*
- 10.55 – Удосконалення заходів і засобів державного нагляду з охорони праці. *Древаль Ю. Д., Валентюк О. В.*
- 11.10 – Використання технологій штучного інтелекту для моніторингу умов праці. *Лазаренко В. В., Максимчук В. С.*
- 11.20 – Дослідження впливу вібрацій на стабільність технологічних процесів. *Цимбал Б. М., Голобородько Є. М.*
- 11.30 – The impact of stress and fatigue on the level of occupational injuries. *Zemlyanska O. V., Polukarov Yu. O.*
- 11.40 – Формування культури безпеки праці та здоров'я майбутнього фахівця в сучасних умовах війни. *Березуцький В. В., Халіль Р. І.*
- 11.55 – Інформаційні, управлінські, економічні аспекти безпеки життєдіяльності людини у сучасних умовах. *Ялова К. А., Мітюк Л. О.*
- 12.10 – Забезпечення населення та персоналу якісною питною водою в умовах надзвичайних ситуацій: виклики, рішення та стратегічні пріоритети. *Компанієць Д. А., Праховнік Н. А.*
- 12.25 – Людина як суб'єкт системи забезпечення та підтримки життєдіяльності при сигналах повітряної тривоги. *Антоненко В. О., Ковтун А. І.*
- 12.35 – Environmental consequences of the destruction of critical infrastructure in Ukraine: analysis of events for 2024-2025. *Levchenko O. G., Zemlyanska O. V., Polukarov Yu. O.*
- 12.50 – Особливості забезпечення безпеки та здоров'я працюючих при використанні пересувних генераторів в умовах блекаутів. *Арламов О. Ю.*
- 13.00 – **Перерва.**
- 13.15 – Improving the assessment and verification of working conditions in premises with personal computers. *Sokolan Iu. S., Kalda G. S.*
- 13.25 – Зниження ризиків техногенного впливу на довкілля під час виробничих процесів. *Накемній О. К.*
- 13.35 – Дії працівників на виробничих підрозділах під час оголошення повітряної тривоги. *Бондаренко А. О., Ковтун А. І.*
- 13.50 – Культура охорони праці в закладах вищої освіти. *Древаль Ю. Д., Тім, Х. В.*
- 14.00 – Шляхи вдосконалення цивільного захисту населення в умовах воєнного стану. *Мітюк Л. О., Харитонов Д. А.*
- 14.15 – Дослідження факторів ризику під час технічного обслуговування автоматизованих систем. *Цимбал Б. М., Довгалюк А. Ю.*
- 14.30 – Роль цивільного захисту в закладах вищої освіти. *Лазаренко В. В.*
- 14.40 – Інноваційні підходи до управління умовами праці та безпеки персоналу в контексті євроінтеграції України. *Козирев А. С., Заїка С. О.*

- 14.50 – Комплексна система захисту працівників від шкідливих фізичних факторів (шум, пил, випромінювання). *Голондарьова М. І., Ковтун А. І.*
- 15.05 – Кіберзахист критичної інфраструктури та екологічна безпека в умовах воєнного стану: інтегративний підхід. *Товстенко Б. К., Мітюк Л. О.*
- 15.15 – Особливості формування мережі пунктів незламності в умовах дефіциту енергоресурсів і підготовка персоналу цивільного захисту. *Тагільцева В. І., Мітюк Л. О.*
- 15.30 – Моделювання поширення хімічного забруднення програмному модулі «HYSPLIT». *Кружилко О. Є., Чеберячко Ю. І., Шапошникова Є. С.*
- 15.45 – Інформаційні, управлінські, економічні аспекти безпеки життєдіяльності людини у сучасних умовах. *Ялова К. А., Мітюк Л. О.*
- 16.00 – **Обговорення та підведення підсумків конференції.**

НАУКОВІ ПРАЦІ УЧАСНИКІВ

FEATURES OF CIVIL DEFENSE OF THE POPULATION IN FRONTLINE CITIES

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

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

Abstract. The article analyzes the challenges for the civilian population in frontline cities, where hostilities lead to daily destruction and casualties among the civilian population. The main attention was focused on assessing the efficiency of notification, the effectiveness of shelters and the coordination of rescue services management. The proposed recommendations are aimed at increasing the resilience of urban life support systems in conditions of constant fire threats.

Kewwords: war, civil defense, threats, frontline cities.

Анотація. В статті аналізуються виклики для цивільного населення в умовах прифронтових міст, де бойові дії призводять до щоденних руйнувань та жертв серед цивільного населення. Основну увагу було зосереджено на оцінці оперативності оповіщення, ефективності укриттів та координації управління рятувальними службами. Запропоновані рекомендації спрямовані на підвищення стійкості міських систем життєзабезпечення в умовах постійних вогневих загроз.

Ключові слова: війна, цивільний захист, загрози, прифронтові міста.

Introduction. In the current conditions of military aggression against Ukraine, the issue of ensuring the safety of the civilian population is of particular importance. Frontline cities located near the combat zone are facing unprecedented challenges associated with systematic shelling, destruction of infrastructure, disruptions in the work of public utilities, threats to people's lives and health. These factors necessitate the creation of effective civil defense mechanisms adapted to the conditions of constant danger [1].

Unlike relatively safe territories, frontline communities require quick decisions, autonomous response systems and high coordination between state bodies, military administrations, rescue services and the population. Civil defense in these conditions is becoming not only a response tool, but also a strategic element of the survival of communities.

Analysis of the state of the issue. Ukraine's frontline cities are constantly suffering from shelling by the russian federation army. In the last four months alone, settlements in the Donetsk, Zaporizhzhia, Luhansk, Odesa, Sumy, Kharkiv, Kherson, and Chernihiv regions have been shelled 8,399 times. Of these, 401 attacks occurred in regional capitals.

The purpose of the study is to identify the specific features of the functioning of the civil defense system in frontline cities of Ukraine, analyze its problems and needs, and substantiate the directions for increasing the effectiveness of protective measures in martial law.

Methods, materials, and research results. The civil defense system of Ukraine is based on the provisions of Code of Civil Protection (2012) and subordinate regulations that regulate the actions of government bodies, enterprises and citizens in case of emergency situations [2]. However, in frontline cities, these norms are often implemented in specific conditions, when state institutions operate in a zone of increased danger, and the resources of the protection system are limited.

One of the main features is the increased intensity of threats. Frontline settlements are regularly subjected to artillery, rocket and air attacks, which leads to large-scale destruction of critical infrastructure, energy, transport, water and heating systems. As a result, local authorities are forced to ensure not only emergency response, but also the constant restoration of vital systems.

An important aspect is the organization of a shelter system. Many frontline cities have a limited number of protective structures that do not meet modern security requirements. In these conditions, communities are forced to use basements, metro stations, parking lots and specially equipped storage facilities. At the same time, it is necessary to ensure their proper infrastructure – ventilation, sanitary conditions, communications and medical support.

Another specific feature is the integration of civil defense with military structures. In the frontline regions, military administrations operate, which combine the tasks of defense, evacuation, humanitarian support and rescue operations. This management format ensures faster decision-making and coordination between all security actors. At the same time, this creates a need to develop special protocols for interaction between military and civilian structures, in particular in the field of evacuation, demining, and liquidation of the consequences of shelling.

Volunteer organizations and local initiatives play a special role in ensuring life. In many frontline communities, they are the first to respond to the destruction of residential buildings, deliver humanitarian aid, and evacuate vulnerable groups, including the elderly, people with disabilities, and children. Such community activity complements official civil defense structures, increasing the resilience of urban communities.

One of the key functions of civil defense is to promptly inform the population. Warning systems are often damaged in wartime, so local authorities are implementing alternative communication channels: mobile applications, social networks, instant messengers, SMS messages, loudspeakers and mobile warning systems. The number of lives saved depends on the timeliness of the signals.

An equally important component is the organization of the evacuation of the population. In frontline cities, this process is complicated by the lack of transport, road hazards, and the absence of guaranteed humanitarian corridors. Effective evacuation requires prior planning, the creation of collection points, the identification of temporary accommodation sites, and logistical routes to safe regions.

The psychological aspect is also crucial. Prolonged exposure to shelling leads to constant stress, burnout, and psycho-emotional exhaustion of the population. Therefore, the civil defense system must include elements of psychological support:

the creation of crisis centers, hotlines, mobile aid teams, educational programs on self-regulation and stress management.

In order to increase the effectiveness of civil defense, it is necessary to implement a resilient community's model, which involves decentralization of decisions, local reserves of material resources, education of the population and support for horizontal interaction between communities. It is the ability of a community to independently respond to threats that determines its viability in crisis conditions.

The main areas of improvement of the civil defense system in frontline cities include [3]:

- updating the regulatory framework taking into account military realities;
- creating effective warning and communication systems;
- developing a network of shelters and invincibility points;
- improving the level of training of management, rescue services and the population;
- integrating civil defense with the territorial defense system;
- establishing partnerships with international humanitarian organizations;
- developing psychological and social support for victims.

Conclusions. Civil defense in frontline cities of Ukraine is a complex multi-level system that unites state, municipal, military and public structures. Its feature is the need to function in conditions of constant danger, resource shortage and high psychological stress on the population.

The effectiveness of civil defense is determined by the degree of adaptation of authorities to crisis conditions, the willingness of the population to act independently, the availability of evacuation plans, information means and inter-institutional coordination. In the future, the development of the civil defense system of frontline communities should be based on the principles of sustainability, efficiency, decentralized management and social cohesion.

Civil defense in frontline regions is not only a technical or administrative response system, but also an important component of national security, which determines the state's ability to save the lives of citizens, ensure the functioning of society and strengthen trust in the authorities even in the most difficult conditions of wartime.

References

1. Іванов, І., & Симоненко, А. (2022). Захист цивільного населення в умовах війни. *Діяльність державних органів в умовах воєнного стану: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. онлайн-семінару*, м. Кривий Ріг, 29, 56-58.
2. Бабенко, Д. М. (2024). Аналіз наукових досліджень щодо організації заходів цивільного захисту в умовах воєнного стану. *Інвестиції: практика та досвід*. 3, 176–181.
3. Веселов, М. & Забеділіна, А. (2023). Цивільний захист населення в умовах воєнного стану. *Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право*. 129 (4), 98–114. [https://doi.org/10.31617/3.2023\(129\)09](https://doi.org/10.31617/3.2023(129)09).

ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF THE DESTRUCTION OF CRITICAL INFRASTRUCTURE IN UKRAINE: ANALYSIS OF EVENTS FOR 2024-2025

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

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

Abstract. The article analyzes the main risks associated with critical infrastructure and high-risk facilities in wartime. Particular attention is paid to the consequences of attacks on energy, industrial, and water infrastructure.

Keywords: critical infrastructure, hazards, war.

Анотація. У статті проаналізовано основні ризики, пов'язані з критичною інфраструктурою та об'єктами підвищеної небезпеки в умовах війни. Особлива увага в роботі приділяється наслідкам атак на енергетичну, промислову та водну інфраструктуру.

Ключові слова: критична інфраструктура, небезпеки, війна.

Introduction. In 2024–2025, Ukraine again faced large-scale challenges in the field of critical infrastructure security. As a result of military operations, damage to energy, industrial, and water supply facilities, the risks of environmental disasters of a regional and even interstate scale increased. These events demonstrated that critical infrastructure not only ensures the vital activity of society, but can also become a source of environmental danger when it fails or is destroyed [1].

Analysis of the state of the issue. The most acute consequences were the attacks on energy facilities, gas storage facilities, water treatment plants and industrial enterprises in the central and eastern regions of Ukraine [2]. Thus, in January–November 2024, large-scale destruction of energy facilities in the Kyiv, Kharkiv and Dnipropetrovsk regions caused long-term power outages, and massive attacks on thermal power plants and substations led to large-scale fires, fuel and oil leaks, carbon monoxide and fine dust emissions into the atmosphere. According to DTEK, in February 2024 alone, more than 50% of generating capacity was damaged, which complicated the operation of water treatment and sewage systems in the eastern regions, and fires at substations led to oil and fuel leaks that contaminated soil and surface water.

The purpose of the study – analysis of the main hazards associated with critical infrastructure and high-risk facilities in wartime.

Methods, materials, and research results. Leaks from water treatment facilities in Zaporizhzhia, Mykolaiv and Kharkiv regions (2024–2025) due to partial destruction of pumping stations and treatment facilities after shelling led to the discharge of untreated wastewater into the Dnipro and Seversky Donets. This caused local outbreaks of bacterial contamination of water bodies.

In the summer and autumn of 2024, damage was recorded at an oil refinery in Kremenchuk. As a result of a strike on fuel tanks, more than 15 thousand tons of toxic combustion products were released into the air. Air pollution was recorded in Poltava and Cherkasy regions, as well as a leak into the tributaries of the Dnieper (oil products were discharged into the Psel River).

Attacks on gas infrastructure in January 2025 in Kharkiv and Poltava regions led to damage to main gas pipelines, followed by methane ignition and air pollution from incomplete combustion products. CO₂ emissions reached over 120 thousand tons. Gas pipelines and storage facilities in eastern and southern Ukraine (in particular in the Donetsk and Melitopol regions) were also damaged, causing local explosions and a threat of air pollution from methane and combustion products.

Damage to the treatment facilities in the front-line city of Nikopol in May 2025 after a missile strike led to the leakage of sewage from the city sewer into a local reservoir, where a mass death of fish was recorded.

Pollution after the explosion of ammonia fertilizer warehouses in the Kharkiv region in July 2025 caused nitrates in the soil to exceed 8 times the norm, and in water – 5 times the norm. There was local poisoning and death of fish and aquatic organisms.

Damage to water treatment systems was recorded in a number of settlements in Zaporizhzhia and Mykolaiv regions, which caused temporary ingress of untreated wastewater into the Dnieper and Southern Bug River.

During 2024-2025, there will be repeated outages of external power supply to Zaporizhzhia NPP, creating risks for the reactor cooling systems and spent fuel pools. The IAEA has repeatedly recorded an increase in the concentration of cesium in soil samples near the plant.

In addition, the russians blew up an ammonia pipeline near the village of Rusyn Yar, carrying out another targeted terrorist attack. As a result, a poisonous cloud was released into the air, which is dangerous for people and animals, as it can cause burns to the respiratory tract and eyes.

The destruction of critical infrastructure creates a chain reaction: the energy crisis entails technological shutdowns that increase the risk of accidental emissions into the environment, which causes the following main environmental consequences [3]:

- air pollution due to increased concentrations of carbon monoxide, sulfur compounds and particulate matter due to fires;
- ingress of fuels and lubricants, chemical reagents, heavy metals into soil and water;
- disruption of the water balance, reduction in the quality of drinking water, degradation of small river ecosystems;
- creation of biological risks due to the destruction of treatment facilities and waste storage facilities, which leads to an increase in the risks of the spread of bacteria and toxic substances.

In view of this, the environmental safety of critical infrastructure requires a new approach. The primary task is to modernize facilities using sustainable materials, backup power systems, and emergency leak containment systems. It is necessary to

develop regional action plans in case of man-made accidents and ensure constant monitoring of the condition of facilities using unmanned surveillance systems and satellite data. Increasing the readiness of emergency services, creating mobile environmental laboratories, and involving public structures in environmental monitoring are also important parts of this strategy.

The events of 2024–2025 have demonstrated that the issues of environmental safety of critical infrastructure are inseparable from national security. Energy, industrial and water facilities that ensure the life of the state can, in case of damage, become a source of environmental disaster. Therefore, the restoration and development of infrastructure should be carried out taking into account the environmental standards of the European Union and the principles of sustainable development, which combine economic efficiency, public safety and environmental protection.

Conclusions. Analysis of the events of 2024–2025 shows that Ukraine's critical infrastructure remains one of the most vulnerable areas in the national security system. Its damage or destruction not only disrupts energy and industrial stability, but also poses a serious threat to the environment. The environmental consequences of such incidents are manifested in air, soil and water pollution, degradation of natural ecosystems, increased risks to public health and loss of biodiversity.

Military actions have demonstrated that infrastructure facilities can become targets, and therefore should be considered not only as elements of economic stability, but also as potential sources of environmental danger. Modern challenges require a transition from a reactive approach to systemic environmental security, which involves risk prevention, environmental monitoring and technical protection of critical infrastructure facilities.

To reduce environmental impacts, it is necessary to implement modern monitoring technologies, create regional programs for environmental safety, improve the qualifications of emergency and rescue service personnel, and involve the public in environmental monitoring.

The restoration of damaged facilities should be carried out taking into account the environmental standards of the European Union, the principles of sustainable development, and the requirements of energy sustainability. Preservation of ecological balance in conditions of military influence is possible only if environmental criteria are integrated into the state security and reconstruction policy. And the ecological safety of critical infrastructure is not only a technical or environmental task, but a strategic direction for the protection of the state, which determines the quality of life of the population, the stability of the economy, and the long-term sustainability of Ukraine.

References

1. Луб, Є. А., Горбіков, В. А., & Желновач, Г. М. (2023). Критична інфраструктура як джерело екологічної небезпеки. *Галузеві проблеми екологічної безпеки – 2023: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. за участю молодих*

науковців, 26 жовт. 2023 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т, 112–115.
<https://dspace.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/19537>.

2. Berezutskyi, V., & Tokhtamysh, T. (2024). Risks of critical infrastructures during war. *Право та інноваційне суспільство*, (2 (23)), 55-70.
[https://doi.org/10.37772/2309-9275-2024-2\(23\)-5](https://doi.org/10.37772/2309-9275-2024-2(23)-5).

3. Nazarenko, O., Holovan, O., & Rudynskyi, V. (2025). Щодо питання оцінювання вразливості об'єктів критичної інфраструктури в умовах воєнного стану. *State security*, 1(5), 73-82. <https://doi.org/10.33405/2786-8613/2025/1/5/336731>.

IMPROVING THE ASSESSMENT AND VERIFICATION OF WORKING CONDITIONS IN PREMISES WITH PERSONAL COMPUTERS

Sokolan Iu. S., ass. prof. (Department of Construction and Civil Safety, Khmelnytskyi National University);

Kalda G. S., prof. (Department of Construction and Civil Safety, Khmelnytskyi National University and Department of Water Supply and Sewerage, Rzeszów University of Technology, Poland)

Abstract. The paper considers the possibility of improving and accelerating the process of assessing appropriate working conditions in premises where employees use personal computers by creating appropriate specialized software. Such software can be used both to assess working conditions in existing premises and when designing premises with computers. The software evaluates the availability of sufficient working space, the correctness of the relative positioning of workstations, and the compliance of illumination in the premises with current standards.

Keywords: normal working conditions, illumination, personal computers, mutual arrangement of workplaces, sufficient working space, visual display terminal.

Анотація. В роботі розглядається можливість вдосконалення та пришвидшення процесу оцінки належних умов праці в приміщеннях, де працівники використовують персональні комп'ютери, шляхом створення відповідного спеціалізованого програмного забезпечення. Таке програмне забезпечення може використовуватись як для оцінки умов праці у вже існуючих приміщеннях, так і при проектуванні приміщень з комп'ютерами. Програмний засіб виконує оцінку наявності достатнього робочого простору, коректності взаємного розташування робочих місць та відповідності освітлення в приміщенні діючим нормам.

Ключові слова: належні умови праці, освітлення, персональні комп'ютери, взаємне розташування робочих місць, достатній робочий простір, візуально-дисплейний термінал.

Introduction. Nowadays, computers are extensively utilized in various forms, including laptops, desktop PCs, and all-in-one systems. Their application is no longer confined to IT professionals. Specialists such as accountants, designers, architects, translators, teachers, and many others incorporate computer technology into their daily work. This widespread adoption of PCs is largely driven by the availability of specialized software tailored to different professional fields.

When setting up workplaces where computers are used, it's essential to create proper working conditions to minimize the negative effects of harmful occupational factors on employees' health. Specialized software (SW) can also assist in evaluating whether the working conditions for computer use are adequate, while also streamlining the assessment process. However, as noted in sources [1–5], there is currently a limited range of software solutions available in the field of occupational safety.

Utilizing specialized software enhances productivity, simplifies task execution, reduces the likelihood of errors, and significantly improves overall work efficiency. As

a result, developing a software solution to assess working conditions at computer-based workstations is a highly relevant task.

Analysis of the issue. When designing spaces where employees operate computer equipment for four or more hours during their workday, it is essential to adhere to the standards outlined in the State Sanitary Rules and Norms titled *Hygienic Requirements for the Organization of Work with Visual Display Terminals of Electronic Computers* [6]. This regulatory document sets forth the fundamental guidelines and requirements for organizing and designing rooms equipped with computers, including the proper arrangement of equipment, as well as standards for illumination, indoor climate conditions, and other environmental factors.

Purpose of the work: creation of software that speeds up the process of assessing working conditions when inspecting or planning premises where employees use personal computers and other types of visual display terminals of electronic computers.

Methods, materials, and research results. When arranging workplaces, the main rules are:

- the minimum area of one workplace must be at least 6 m²;
- the minimum volume of one workplace must be at least 20 m³;
- the distance from the back of one monitor to another must be at least 2.5 m;
- the distance between the side surfaces of two workstations must be at least 1.2 m.

Conventionally, such mutual planning of workplaces can be represented in the form shown in Fig. 1.

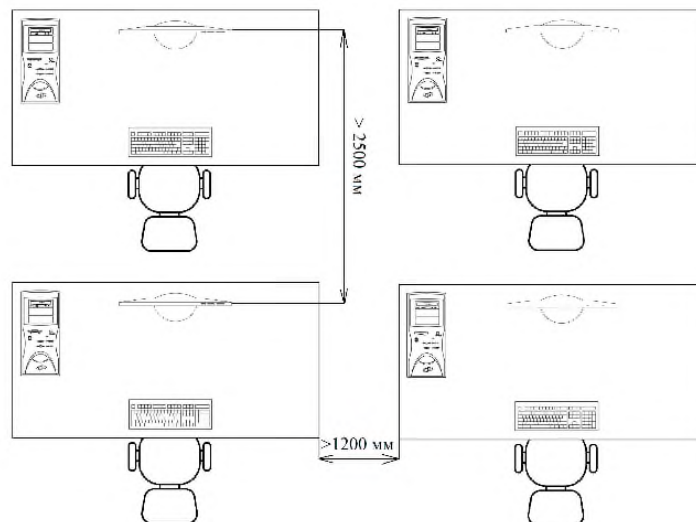


Fig. 1. Requirements for the mutual placement of workstations with computers

In addition to the proper arrangement of equipment in such environments, maintaining adequate illumination levels is critically important. This is due to the fact that extended and continuous computer use has one of the most detrimental effects on vision, with eye-related conditions being among the most common health issues faced by individuals who work with computers.

The standards for both natural and artificial illumination are defined in the Ukrainian building code *ДБН В.2.5-28:2018 Natural and Artificial Illumination* [7]. A study presented in [8] introduces a specially designed software package intended to assess the condition of natural illumination in indoor spaces, which can be applied when evaluating workplace conditions in such environments.

To facilitate the assessment of working conditions in existing computer-equipped rooms or in the process of designing new ones, a specialized software tool has been developed. The main interface window of this software is shown in Figure 2.

Fig. 2. Interface of the main window of the developed program

As illustrated in Fig. 2, the input parameters for the calculations include the room's dimensions (length, width, and height), along with data necessary for determining artificial illumination levels. These include the type of illumination system, the reflection coefficients of the ceiling, walls, and floor, as well as the type of luminaire and lamp used. The methodology for calculating the number of workstations is detailed in [9], while the artificial illumination calculation follows the luminous flux method in accordance with *DBN V.2.5-28:2018 Natural and Artificial Illumination* [7].

The software features additional tabs titled *Luminaires*, *Lamps*, and *Index Table*. By default, the *Luminaires* and *Lamps* tabs are pre-populated with several standard types, but users can modify this data by adding new entries or removing existing ones. The *Index Table* tab displays the luminous flux utilization factors used in the luminous flux method for determining uniform artificial illumination across the workspace.

Upon completing the calculations, the right panel of the program interface (Fig. 3) presents the dimensions of a single workstation (its width and length), the maximum number of compliant workstations that can be placed in the room according to the standards [6], as well as the required quantity of lamps and luminaires, and the estimated cost of illumination the space.

Conclusions. This paper presents a software application designed to assist in the planning of workspaces where employees regularly use computers. The tool determines the dimensions of individual workstations and their appropriate arrangement in accordance with current occupational health and safety regulations.

Additionally, it calculates the parameters of the general artificial illumination system within such environments.

The screenshot shows a software window titled 'Охорона праці в офісі' (Office Safety). It has three tabs: 'Калькулятор' (Calculator), 'Світильники' (Luminaires), and 'Лампи' (Lamps). The 'Калькулятор' tab is active, displaying input fields for room dimensions and lighting parameters, and a list of calculated results.

Parameter	Value
Довжина A =	10
Ширина B =	10
Висота H =	3
Тип освітлення	Загальне
Світильник	ЛПО34
Тип лампи	ЛБ30
ρ стелі %	70
ρ стін %	50
ρ підлоги %	30

Calculated Result	Value
Довжина робочого місця a =	2,152
Ширина робочого місця b =	3,098
Робочих місць -	8
Кількість світильників -	14
Кількість ламп -	40
Вартість світильників -	4494
Вартість ламп -	1040
Загальна вартість -	5534

A 'Розрахувати' (Calculate) button is located at the bottom of the input section.

Fig. 3. Results of calculations performed in the software tool

The developed software can be utilized both during the design phase of new computer-equipped workspaces and for evaluating existing premises to ensure they meet the required working conditions for employees using personal computers or laptops.

References

1. Sokolan, Iu.S., Romanishyna, O.V. (2020). Analysis of software for training and testing knowledge in occupational safety. *Herald of Khmelnytsky National University, Technical Sciences*. No. 4 (287), pp. 75-83.
2. Sokolan, Iu.S., Romanishina, O.V. (2023). Optimization of supervisory activities related to the analysis and accounting of accidents at enterprises through the creation of databases. *Ukrainian Journal of Construction and Architecture*. No. 1 (013), pp. 83-90.
3. Sokolan, Iu.S., Romanishyna, O.V. (2021). Analysis of specialized occupational safety software for accident registration and injury analysis. *Herald of Khmelnytsky National University, Technical Sciences*. No. 1 (293), pp. 58-66.
4. Sokolan, Iu.S. (2022) Optimization of supervisory activities related to occupational injuries. *Collection of scientific papers "Technical Creativity"* No. 5. Khmelnytskyi: Khmelnytskyi National University, pp. 56-58
5. Sokolan, Iu.S. (2021) Issues of specialized software provision in the field of occupational safety. *All-Ukrainian scientific and practical conference of teachers and practitioners "Occupational Safety: Education and Practice,"* Lviv: LDU BJD. pp. 18-20
6. ДСанПІН 3.3.2.007-98 State sanitary rules and regulations. Hygienic requirements for the organization of work with visual display terminals of electronic

computers. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98#Text> (accessed on 20.10.2025)

7. ДБН В.2.5:28-2018. Natural and artificial illumination. Official publication. Kyiv: Minergion of Ukraine, 2018. 137 p.

8. Sokolan, Iu.S., Shevelia, V.V., Pedgon, I. (2022). Automated approach to assessing the state of lateral natural illumination in premises. *Ukrainian Journal of Construction and Architecture*. No. 5 (011), pp. 100-109.

9. Sokolan, Iu.S. (2025). Life safety, occupational safety, civil protection, and environmental safety. Khmelnytskyi: Khmelnytskyi National University. 63 p.

THE IMPACT OF STRESS AND FATIGUE ON THE LEVEL OF OCCUPATIONAL INJURIES

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

Abstract. The paper examines the relationship between the psychophysiological state of workers, in particular the level of stress and fatigue, and the frequency of occupational injuries. The main reasons for the increased risk of accidents in a state of emotional and physical exhaustion are identified, and the directions for preventing these negative phenomena in the modern conditions of the activities of Ukrainian enterprises are outlined.

Keywords: stress, occupational injuries, danger.

Анотація. У роботі розглянуто взаємозв'язок між психофізіологічним станом працівників, зокрема рівнем стресу та втоми, і частотою виникнення виробничого травматизму. Визначено основні причини підвищення ризику нещасних випадків у стані емоційного та фізичного виснаження, а також окреслено напрями профілактики цих негативних явищ у сучасних умовах діяльності підприємств України.

Ключові слова: стрес, виробничий травматизм, небезпека.

Introduction. The problem of the impact of stress and fatigue on occupational safety is becoming increasingly urgent in conditions of socio-economic instability and martial law, when most enterprises operate with increased workload and in conditions of uncertainty. Psychological stress, overwork, lack of rest and emotional exhaustion directly affect the ability of employees to adequately assess risks, concentrate and make safe decisions when performing production tasks [1-3].

Analysis of the issue. Stress is the body's natural reaction to external or internal stimuli that require adaptation. In a short-term state, it can mobilize a person's strength, however, prolonged or chronic stress negatively affects cognitive functions, causing inattention, irritability, errors in actions and impaired coordination. According to the International Labor Organization, up to 60% of cases of occupational injuries are associated with the human factor, including stressful and fatigued states of workers.

Purpose of the work: to investigate the relationship between stress load on employees and the level of occupational injuries.

Methods, materials, and research results. As practice shows fatigue is a state of reduced working capacity that occurs as a result of physical or mental overload, insufficient rest or monotonous work. In production conditions, it manifests itself through slowed reactions, loss of attention and violation of the logical sequence of actions. This is especially dangerous in industries where work requires high concentration, such as construction, transport, assembly or energy work. Even a short-term loss of attention can have serious consequences, especially in enterprises with a high level of risk.

In small and medium-sized enterprises, where employees often combine several functions, work overtime and do not have the opportunity to fully rest, the risk of developing stress conditions increases significantly. Additional factors are insufficient organization of workplaces, the absence of a psychological support system and a low level of corporate safety culture [4]. In conditions of constant tension, conflicts or fear of losing a job, motivation to comply with safety rules decreases, which in turn increases the likelihood of injuries.

A particular danger is the combination of emotional stress with physical fatigue, which causes disruption of psychophysiological processes, distortion of the perception of time and space, impulsiveness of actions and a decrease in the ability to predict the consequences of one's own decisions. As a result, an employee may act automatically, without proper assessment of the situation, which often becomes the direct cause of an accident.

In modern conditions of increased danger, it is important not only to provide employees with personal protective equipment, but also to form a psychophysiological risk management system. It should provide for rational planning of work and rest regimes, psychological training, regular training in self-regulation and stress resistance techniques [5]. No less important is the creation of an open psychological climate at the enterprise, where an employee can report fatigue or emotional exhaustion without fear of punishment or condemnation.

The problem of stress and fatigue becomes particularly acute in war conditions. A significant part of employees has post-stress conditions associated with experienced events, which requires comprehensive attention from employers. Adapting the occupational health and safety system to such conditions involves the introduction of psychological support, flexible work schedules, and professional rehabilitation programs.

Conclusions. Stress and fatigue are significant factors that increase the level of occupational injuries, as they affect the cognitive and behavioral reactions of employees. Their impact cannot be completely eliminated, but it is possible to minimize it through a systematic approach to the organization of work, the development of a safety culture, psychological education of personnel and the creation of favorable conditions for the restoration of working capacity. Concern for the mental health of employees should become an integral part of the occupational health policy, because only a physically and psychologically stable team can ensure safe, effective and productive activities of the enterprise.

References

1. Julià, M., Catalina-Romero, C., Calvo-Bonacho, E., & Benavides, F. G. (2013). The impact of job stress due to the lack of organisational support on occupational injury. *Occupational and environmental medicine*, 70(9), 623-629. <https://doi.org/10.1136/oemed-2012-101184>

2. Askaripoor, T., Siadat, M., Saleh, E., & Aghaei, H. (2024). Resilience, job satisfaction, occupational stress, and occupational accidents among healthcare professionals: A Bayesian network analysis. *Work*, 79(3), 1357-1367. <https://doi.org/10.3233/WOR-240178>
3. Torres, G. M. S., Backstrom, J., & Duffy, V. G. (2023, July). A systematic review of workplace stress and its impact on mental health and safety. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 610-627). Cham: Springer Nature Switzerland.
4. Шаповал, О. М. (2022). Психологічні аспекти безпеки праці та профілактики виробничого травматизму. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Педагогіка, соціальна робота*, 1(50), 195–198.
5. Лазарєва, Ю. В. & Бугайова, Н. В. Проблема психоемоційного стресу та її вплив на виробничий травматизм. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Медицина»*, 43, 45–50.

ЛЮДИНА ЯК СУБ'ЄКТ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПІДТРИМКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПРИ СИГНАЛАХ ПОВІТРЯНОЇ ТРИВОГИ

*Антоненко В. О., студ. (гр. ЛК-п31, ФАПІЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Ковтун А. І., к.т.н., ст. викл. (каф. ОППЦБ НН ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. Стаття аналізує роль людини як центрального суб'єкта системи забезпечення та підтримки життєдіяльності в умовах сигналів повітряної тривоги під час воєнного часу. Досліджуються індивідуалізовані підходи до організації захисту, включаючи облаштування укриттів, пунктів базового забезпечення, медичних осередків, інформаційних систем і логістичних ланцюгів, адаптованих до потреб різних груп населення. Особлива увага приділяється швидкому реагуванню на сигнали тривоги, забезпеченню доступності укриттів та інклюзивності для вразливих категорій. Інтеграція інфраструктурних і організаційних рішень забезпечує ефективний захист. Координація, оперативне інформування та персоналізовані заходи є ключовими для зниження ризиків і збереження життя.

Ключові слова. Людина, життєдіяльність, повітряна тривога, воєнний час, укриття, пункти незламності, медичне забезпечення, логістика, інклюзивність, індивідуальний захист.

Abstract. The article analyzes the role of the human as the central subject of the life support system during air raid alerts in wartime. It explores individualized approaches to organizing protection, including the establishment of shelters, basic support points, medical stations, information systems, and logistical chains tailored to the needs of various population groups. Special attention is given to rapid response to air raid alerts, ensuring shelter accessibility, and inclusivity for vulnerable categories. The integration of infrastructure and organizational solutions ensures effective protection. Coordination, timely information, and personalized measures are critical for risk reduction and preserving lives.

Keywords. Human, life activities, air raid alert, wartime, shelters, unbreakable points, medical support, logistics, inclusivity, individual protection.

Вступ. У воєнний час сигнали повітряної тривоги стають визначальним фактором для організації захисту людини як суб'єкта системи забезпечення життєдіяльності. Повітряні атаки створюють пряму загрозу життю, що вимагає негайного доступу до безпечних укриттів, базових ресурсів (їжа, вода, тепло) та медичної допомоги. Індивідуалізований підхід, який враховує фізичні, соціальні та вікові особливості людини, поєднується з інфраструктурними рішеннями, такими як укриття, пункти незламності та системи оповіщення. Ефективна стратегія захисту базується на швидкому реагуванні, інклюзивності та координації для забезпечення безпеки кожної людини.

Аналіз стану питання. Система забезпечення життєдіяльності при сигналах повітряної тривоги включає об'єкти колективного захисту (укриття, пункти незламності, медичні пункти) та допоміжні служби (логістика,

інформаційні канали), адаптовані до індивідуальних потреб. Пріоритетними є швидке переміщення до укриттів і забезпечення базових умов для виживання. Важливу роль відіграють системи оповіщення, які інформують населення в реальному часі, та логістичні ланцюги, що підтримують постачання ресурсів. Для вразливих груп – дітей, людей похилого віку, осіб з інвалідністю – необхідні персоналізовані умови, такі як доступні маршрути та спеціалізоване обладнання. Недоліки в адаптації системи до індивідуальних потреб можуть спричинити затримки в реагуванні, що підвищує ризики для життя.

Мета роботи – розробка комплексного підходу до забезпечення та підтримки життєдіяльності людини як суб'єкта системи при сигналах повітряної тривоги, з акцентом на індивідуалізовані рішення, швидке реагування та інтеграцію інфраструктурних і організаційних заходів.

Методики, матеріали і результати дослідження. Захист людини під час сигналів повітряної тривоги вимагає швидких, адаптованих рішень, які враховують індивідуальні потреби та обставини.

1. Укриття для захисту від повітряної небезпеки. При сигналах тривоги людина має оперативно дістатися до укриттів – бомбосховищ, сховищ цивільного захисту, адаптованих підземних паркінгів чи переходів. Індивідуалізований підхід передбачає облаштування укриттів пандусами, тактильними вказівниками для осіб із вадами зору та ізольованими зонами для сімей із дітьми чи хворих. Модульні конструкції з автономною вентиляцією, освітленням і запасами води забезпечують комфортне перебування. Чітка навігація скорочує час доступу до укриття, що є критично важливим.

2. Пункти незламності для базових потреб. Пункти незламності забезпечують тепло, гарячу їжу та питну воду під час тривалих тривог. Індивідуалізація включає спеціальні зони для дітей із безпечними іграми, а також пункти з дієтичним харчуванням (наприклад, для осіб із діабетом чи алергіями). Мобільні пункти розгортаються поблизу укриттів, а автономні генератори забезпечують безперебійну роботу навіть за відсутності електроенергії.

3. Медичне забезпечення. Медичні пункти швидкого реагування, намети та мобільні склади медикаментів адаптуються до індивідуальних потреб – від аптек для алергіків до наборів для діабетиків. Портативні діагностичні пристрої (глюкометри, тонометри) та педіатричні набори дозволяють надавати швидку допомогу. Мобільні склади забезпечують регулярне оновлення запасів, що критично під час тривалих тривог.

4. Інформаційна та технічна підтримка. Бездротовий зв'язок (Wi-Fi) і зарядні станції дозволяють людині отримувати актуальну інформацію та підтримувати зв'язок. Для осіб із вадами слуху чи зору використовуються текстові сповіщення або голосові повідомлення. Персоналізовані канали (SMS, мобільні додатки) інформують про початок і завершення тривоги, а також розташування найближчих укриттів.

5. Координація та індивідуальне управління. Відповідальна особа забезпечує координацію персоналу з урахуванням індивідуальних потреб населення.

Наприклад, для осіб із обмеженою мобільністю призначаються супроводжуючі, а для дітей – відповідальні за безпеку. Персонал проходить навчання з інклюзивного реагування та швидкої організації евакуації.

6. *Підтримка вразливих груп.* Діти, люди похилого віку та особи з інвалідністю отримують доступ до укриттів через спеціально обладнані входи (пандуси, ліфти) та зони відпочинку. Індивідуалізовані маршрути маркуються чіткими вказівниками, а для дітей створюються безпечні ігрові зони для зниження стресу.

7. *Логістична підтримка.* Логістична служба забезпечує доставку їжі, води та медикаментів із урахуванням індивідуальних потреб – до прикладу, спеціалізоване харчування чи ліки для діабетиків. Резервні маршрути доставки гарантують безперебійність постачання під час активних бойових дій.

8. *Індивідуалізоване оповіщення та доступ.* Системи оповіщення включають персоналізовані ситуації: звукові сигнали для осіб із вадами зору, візуальні банери для осіб із вадами слуху, а також push-повідомлення через мобільні додатки. Мегафони, вказівники та інформаційні табло нагадують: «ПІД ЧАС ПОВІТРЯНОЇ ТРИВОГИ НЕ НЕХТУЙТЕ БЕЗПЕКОЮ ТА ПРЯМУЙТЕ В УКРИТТЯ».

Висновки. Система забезпечення та підтримки життєдіяльності людини при сигналах повітряної тривоги має бути орієнтованою на індивідуальні потреби, забезпечуючи швидкий доступ до укриттів, базових ресурсів і медичної допомоги. Інтеграція об'єктів колективного захисту (укриття, пункти незламності) з організаційними заходами (логістика, оповіщення) створює надійний захист. Інклюзивність, оперативне інформування та координація дій персоналу мінімізують ризики, забезпечуючи безпеку кожної людини як суб'єкта системи.

Література

1. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI. – Київ: Верховна Рада України, 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.
2. Дії роботодавця під час повітряної тривоги: Нормативна база / Охорона праці і пожежна безпека. – 2024. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://oppb.com.ua/articles/diyi-robotodavcya-pid-chas-povitryanoyi-tryvogy>.
3. Public response to government alerts saves lives during Russian invasion of Ukraine / A. B. Collier et al. – Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 2023. – Vol. 120, No. 18. – P. e2220160120. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1073/pnas.2220160120>.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА ЗДОРОВ'Я ПРАЦЮЮЧИХ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПЕРЕСУВНИХ ГЕНЕРАТОРІВ В УМОВАХ БЛЕКАУТІВ

Арламов О. Ю., к.т.н., доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. Проаналізовано специфічні ризики для здоров'я та безпеки працюючих при тривалому використанні пересувних електрогенераторів в умовах систематичних відключень електроенергії. Виявлено основні причини виробничого травматизму та професійних захворювань, пов'язаних з експлуатацією генераторів. Визначено прогалини у нормативній базі щодо регулювання використання генераторів при тривалих блекаутах. Запропоновано комплекс організаційно-технічних заходів для мінімізації ризиків отруєння чадним газом, ураження електричним струмом та інших небезпечних факторів.

Ключові слова: пересувні генератори, охорона праці, блекаuti, чадний газ, електробезпека, професійні ризики, виробничий травматизм.

Abstract. The specific risks to the health and safety of workers during prolonged use of portable electric generators under conditions of systematic power outages are analyzed. The main causes of occupational injuries and occupational diseases associated with the operation of generators have been identified. Gaps in the regulatory framework regarding the regulation of generator use during prolonged blackouts have been determined. A set of organizational and technical measures has been proposed to minimize the risks of carbon monoxide poisoning, electric shock and other hazardous factors.

Keywords: portable generators, occupational safety, blackouts, carbon monoxide, electrical safety, occupational risks, occupational injuries.

Вступ. Систематичні відключення електропостачання, спричинені руйнуванням енергетичної інфраструктури, призвели до масового використання пересувних електрогенераторів на підприємствах, в установах та організаціях України. Протягом осені-зими 2022-2023 років електростанції та магістральні підстанції України зазнали значних пошкоджень через масовані ракетні атаки, внаслідок чого було пошкоджено 43% магістральних мереж та усі теплові і гідроелектростанції. Це призвело до безпрецедентного зростання використання автономних джерел електроживлення.

На відміну від країн зі стабільним енергопостачанням, де генератори використовуються епізодично як резервні джерела живлення, в Україні вони експлуатуються систематично протягом тривалих періодів, часто у непристосованих приміщеннях та особами без спеціальної підготовки. Це створює специфічні ризики для здоров'я працюючих, які потребують окремого дослідження та розробки адаптованих заходів безпеки.

Аналіз стану питання. Міжнародна статистика свідчить про високу небезпеку використання пересувних генераторів. За даними Комісії з безпеки споживчих товарів США (CPSC), щороку близько 85 осіб помирають від

отруєння чадним газом, спричиненого роботою пересувних генераторів. Один портативний генератор виробляє стільки ж чадного газу, скільки 450 автомобілів. У період з 1999 по 2012 роки у США від отруєння СО, спричиненого генераторами, загинуло 739 осіб, що становить 79% усіх смертей від чадного газу за цей період. При цьому 69% смертельних випадків сталися через розміщення генератора всередині житлових приміщень або підвалів.

В Україні ситуація набула загрозливого характеру з кінця 2022 року. За даними Міністерства внутрішніх справ України, лише у листопаді 2022 року було зафіксовано близько 370 випадків отруєння чадним газом, а протягом першого тижня грудня – ще близько 100 випадків. Найбільше випадків зафіксовано у Львівській, Київській та Дніпропетровській областях. За період з 1 грудня 2023 року по 15 січня 2024 року служба екстреної медичної допомоги зареєструвала 103 випадки отруєння чадним газом, 9 з яких закінчилися летально. Лише за грудень 2023 року зафіксовано близько 650 випадків пожеж, пов'язаних з порушенням правил експлуатації печей та обігрівальних приладів, що становить 20% від загальної кількості пожеж.

Критичність ситуації підтверджують медичні експерти. Лікарі зазначають, що люди помирають десятками, проте офіційна статистика не відображає реальних масштабів проблеми, оскільки значна кількість нелетальних отруєнь не потрапляє до звітності. За даними судово-медичної експертизи, у 2022 році отруєння чадним газом посіло друге місце (22,3%) серед усіх смертельних отруєнь в Україні, при цьому більшість постраждалих були чоловіки віком 40-50 років, також зафіксовано смерті 3 дітей віком 1-7 років.

Основною причиною отруєнь є розміщення генераторів у закритих або напівзакритих приміщеннях без належної вентиляції. Чадний газ є безколірним та не має запаху, що робить його «невидимим вбивцею». Перші симптоми отруєння (головний біль, запаморочення) працівники схильні приписувати перевтомі або стресу. Ситуація ускладнюється тим, що реакція на отруєння може розвинутися впродовж кількох хвилин, а люди, які сплять або перебувають у стані алкогольного сп'яніння, можуть отримати смертельне отруєння ще до появи перших симптомів.

Крім отруєння чадним газом, значну небезпеку становить електротравматизм, спричинений відсутністю заземлення генераторів, використанням пошкоджених кабелів та подовжувачів, експлуатацією обладнання у вологих умовах. Особливо небезпечною є практика підключення генератора безпосередньо до внутрішньої електромережі будівлі без перемикача навантаження, що створює ризик зворотного живлення мережі та ураження електромонтерів енергопостачальної організації.

Важливим аспектом є шумовий вплив на працівників. Рівень звуку від працюючого генератора у приміщенні становить 85-102 дБА, що перевищує гранично допустимі рівні для робочих місць. При систематичному впливі протягом робочого дня це призводить до професійної приглухуватості,

підвищення артеріального тиску, зниження працездатності та концентрації уваги.

Аналіз нормативної бази виявив, що чинні НПАОП та ДСТУ регулюють переважно технічні характеристики генераторів та загальні вимоги безпеки, однак не враховують специфіку їх тривалого систематичного використання в умовах блекаутів. Відсутні вимоги щодо обов'язкового навчання персоналу, періодичності медичних оглядів осіб, що експлуатують генератори, організації системи контролю за станом повітряного середовища.

Мета роботи: розробити науково обґрунтовані рекомендації щодо організації безпечної експлуатації пересувних електрогенераторів в умовах тривалих систематичних відключень електроенергії для мінімізації професійних ризиків працюючих.

Методики, матеріали і результати досліджень. Дослідження базується на аналізі офіційної статистики Державної служби України з питань праці, Міністерства охорони здоров'я, Державної служби з надзвичайних ситуацій, а також міжнародних даних CPSC (США) та CDC. Використовувалися методи системного аналізу документів, порівняльного аналізу статистичних даних, експертної оцінки ризиків.

Аналіз міжнародного досвіду показує, що найефективнішим засобом запобігання отруєнням є впровадження обов'язкових технічних вимог до генераторів. Стандарти PGMA G300-2018 та UL 2201, що передбачають автоматичне відключення генератора при підвищенні концентрації СО та зниження викидів, дозволяють знизити смертність на 87% та 100% відповідно. Однак в Україні подібні вимоги відсутні, а на ринку представлені генератори різного рівня безпеки.

Критично важливим є дотримання мінімальної відстані розміщення генератора від будівель. За рекомендаціями CPSC та CDC, генератори повинні розміщуватися на відстані не менше 20 футів (6 метрів) від вікон, дверей та вентиляційних отворів, з напрямком вихлопу від будівлі. ДСНС України рекомендує аналогічну відстань – не менше 6 метрів від сусідніх будівель, автомобілів та гаражів. Навіть відкриття вікон або дверей гаражу не забезпечує достатньої вентиляції для запобігання накопиченню смертельних концентрацій СО.

Встановлення детекторів чадного газу є критично важливим заходом безпеки. Дослідження показують, що багато жертв отруєння не встигають зрозуміти, що відбувається, оскільки СО викликає втрату свідомості раніше, ніж людина встигає відреагувати на симптоми. Детектори СО з функцією звукового сповіщення здатні врятувати життя, подаючи сигнал тривоги до того, як концентрація газу досягне небезпечних для життя значень.

На основі аналізу міжнародної практики та українських реалій розроблено комплекс організаційно-технічних заходів безпеки:

Технічні заходи: обов'язкове розміщення генераторів виключно на відкритому повітрі на відстані не менше 6 метрів від будівель, вікон та

вентиляційних отворів; обладнання місць установки генераторів захисними навісами від атмосферних опадів з відкритими бічними сторонами; встановлення автоматичних детекторів чадного газу з звуковою сигналізацією у приміщеннях, які можуть бути піддані впливу вихлопних газів; застосування пристроїв захисного відключення (ПЗВ) з номінальним диференційним струмом не більше 30 мА; облаштування контуру заземлення з опором не більше 4 Ом; використання кабелів та подовжувачів з подвійною ізоляцією, розрахованих на робочий струм генератора з коефіцієнтом запасу не менше 1,5; встановлення перемикачів навантаження при підключенні генератора до внутрішньої мережі будівлі.

Організаційні заходи: призначення наказом керівника відповідальних осіб за безпечну експлуатацію генераторів; проведення цільового навчання та перевірки знань з питань безпечної експлуатації генераторів, включаючи інформування про симптоми отруєння СО та алгоритм дій у надзвичайних ситуаціях; розробка посадових інструкцій та інструкцій з охорони праці, адаптованих до специфіки використання генераторів; забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (протишумові навушники, діелектричні рукавички, взуття на гумовій підшві); проведення щоденного візуального огляду генераторів перед пуском та регулярної перевірки опору ізоляції; ведення журналу обліку роботи генератора з фіксацією часу роботи, виявлених несправностей, проведеного технічного обслуговування; забезпечення доступності номерів екстрених служб (101, 103, 112) на робочих місцях.

Медико-профілактичні заходи: інформування працівників про ранні ознаки отруєння чадним газом (головний біль, запаморочення, нудота, слабкість, сонливість, прискорене дихання, сплутаність свідомості) та необхідність негайної евакуації на свіже повітря при їх появі; розробка плану дій у разі виявлення отруєння СО, включаючи негайний виклик швидкої допомоги та евакуацію постраждалих; забезпечення аптечками першої допомоги; проведення регулярних тренувань з діями у надзвичайних ситуаціях.

Висновки. Масове використання пересувних генераторів в умовах систематичних блекаутів створює специфічні професійні ризики для працюючих. Міжнародний досвід та українська статистика свідчать про високий рівень смертності від отруєння чадним газом, що становить основну загрозу при експлуатації генераторів.

Критично важливим є дотримання вимог щодо розміщення генераторів виключно на відкритому повітрі на відстані не менше 6 метрів від будівель, обладнання приміщень детекторами чадного газу, забезпечення належного заземлення та використання пристроїв захисного відключення. Необхідним є запровадження обов'язкового навчання персоналу з питань безпечної експлуатації генераторів та інформування про симптоми отруєння СО.

Актуальним є впровадження в Україні технічних стандартів, аналогічних PGMA G300-2018 та UL 2201, що передбачають автоматичне відключення генераторів при підвищенні концентрації чадного газу та зниження викидів СО.

Результати дослідження можуть бути використані для актуалізації нормативних документів з охорони праці, розробки методичних рекомендацій для роботодавців та навчальних програм для працівників.

Література

1. Про охорону праці : Закон України від 14 жовтня 1992 року № 2694-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 20.10.2025).
2. Кількість випадків отруєння чадним газом в Україні зростає : повідомлення Міністерства внутрішніх справ України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/kilkist-vypadkiv-otruennia-chadnym-gazom-v-ukraini-zrostaie-ievhenii-ienin> (дата звернення: 21.10.2025).
3. Понад 100 випадків отруєнь чадним газом з грудня: МОЗ та ДСНС нагадують, як не допустити отруєння : офіційний сайт Міністерства охорони здоров'я України. URL: <https://moz.gov.ua/article/news/ponad-100-vipadkiv-otruen-chadnim-gazom-z-grudnja-moz-ta-dsns-nagadujut-jak-ne-dopustiti-otruennja-ta-jak-dopomogti-postrazhdalim> (дата звернення: 21.10.2025).
4. Структура судово-медичної статистики отруєнь зі смертельним наслідком у Львівській області у 2021-2023 роках. Forensic-medical examination. 2024. №1. С. 43-47. URL: <http://forensic.bsmu.edu.ua/article/download/309157/300699> (дата звернення: 22.10.2025).
5. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Київ : Основа, 1998. 222 с.
6. CPSC Releases New Report on Carbon Monoxide (CO) Fatalities, Urges Generator Safety in New PSA / U.S. Consumer Product Safety Commission. Washington : CPSC, 2022. URL: <https://www.cpsc.gov/Newsroom/News-Releases/2022/CPSC-Releases-New-Report-on-Carbon-Monoxide-CO-Fatalities-Urges-Generator-Safety-in-New-PSA> (дата звернення: 22.10.2025).
7. Portable generators kill about 100 people each year : Public Interest Research Group. URL: <https://pirg.org/edfund/resources/portable-generators-kill-about-70-people-each-year-heres-how-to-protect-yourself-and-your-loved-ones/> (дата звернення: 22.10.2025).
8. Carbon monoxide poisoning from portable electric generators / Hampson N. B., Norkool D. M. Undersea & Hyperbaric Medicine. 2004. Vol. 31(4). P. 383-390.

ФОРМУВАННЯ КУЛЬТУРИ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ТА ЗДОРОВ'Я МАЙБУТНЬОГО ФАХІВЦЯ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ВІЙНИ

*Березуцький В. В., д.т.н., професор (каф. БП&НС НТУ «ХП»);
Халіль Р. І., студ. (гр. МІТ-М625з, НТУ «ХП»)*

Анотація. У статті розглянуто особливості формування культури безпеки праці та здоров'я майбутніх фахівців у контексті воєнного стану в Україні. Акцентовано увагу на ролі професійної освіти у забезпеченні свідомого ставлення до безпеки як до фундаментальної цінності сучасного суспільства. Розкрито психолого-педагогічні та організаційні засади розвитку культури безпеки в системі підготовки фахівців технічного профілю. Особливу увагу приділено впровадженню компетентнісного підходу, формуванню ризикорозуміння, психологічної стійкості, відповідального ставлення до здоров'я та життя в умовах воєнних ризиків. Визначено роль освітнього середовища та науково-педагогічних колективів у підвищенні рівня безпеки професійної діяльності.

Ключові слова: культура безпеки, охорона праці, ризик, професійна освіта, війна, здоров'я, поведінка, майбутній фахівець.

Abstract. The article examines the peculiarities of forming a culture of occupational safety and health among future professionals under the conditions of martial law in Ukraine. The emphasis is placed on the development of a professional safety culture as part of the general behavior culture, taking into account modern challenges, risks, and stress factors related to the war. Theoretical approaches to defining the concept of safety culture are summarized, and psycho-pedagogical foundations of its formation within vocational education are revealed. Methodical guidelines for integrating safety competencies into professional training are proposed. Particular attention is paid to the role of personal responsibility, risk awareness, and motivational factors in ensuring safe behavior under uncertainty and threats.

Keywords: safety culture, occupational safety, risk, vocational education, war, health, behavior, future professional.

Вступ. Поточна соціально-економічна ситуація в Україні, зумовлена повномасштабною війною, поставила нові виклики перед системою освіти, охорони праці та безпеки життєдіяльності. Безпека праці і здоров'я працівників, адаптивність до ризиків, психологічна стійкість та культура поведінки стали одними з головних факторів збереження людського потенціалу країни [1]. Формування культури безпеки майбутнього фахівця сьогодні потребує нових підходів, які враховують не лише технічні, а й морально-етичні, психологічні та соціокультурні аспекти [2]. Безпечна поведінка має стати усвідомленою нормою, що ґрунтується на цінності життя, відповідальності за власні дії та розумінні ризику як невід'ємного чинника сучасної професійної діяльності [3].

Аналіз стану питання. Проблема культури безпеки праці активно розробляється у працях вітчизняних і зарубіжних учених – В. Г. Козлова [4], Л.

М. Шевчук [5], Н. Ю. Ткаченко [6], а також J. Reason [7], F. W. Guldenmund [8], A. Hale, D. Cooper [9] та інших. Науковці визначають культуру безпеки як інтегральну характеристику особистості й колективу, що поєднує знання, переконання, норми поведінки, моральні орієнтири та цінності, спрямовані на збереження життя і здоров'я людини [4–6]. В українському контексті питання безпеки праці тісно пов'язане із соціальними трансформаціями, моральною відповідальністю та готовністю фахівців діяти в умовах ризику [1, 2]. Особливої ваги набуває формування внутрішньої мотивації до безпечної поведінки [5]. Наукові дослідження кафедри «Безпека праці та навколишнього середовища» НТУ «ХП» зосереджені на вивченні механізмів розвитку професійної свідомості, управління ризиками, підвищення ефективності навчального процесу з охорони праці та екологічної безпеки [1–3]. Зокрема, вивчаються питання європейських стандартів безпеки, гуманітарних аспектів професійної культури та педагогічних умов підготовки компетентних і відповідальних фахівців [1, 3].

Мета роботи. Метою роботи є теоретичне й методичне обґрунтування педагогічних і соціально-психологічних засад формування культури безпеки праці та здоров'я майбутніх фахівців у сучасних умовах війни, а також розроблення практичних рекомендацій щодо інтеграції безпекових компетентностей у систему професійної освіти [2, 6].

Методики, матеріали і результати досліджень. Дослідження ґрунтується на міждисциплінарному підході, який інтегрує педагогічні, психологічні, соціальні та управлінські компоненти у єдину систему формування культури безпеки в освітньому середовищі [4, 8]. Такий підхід дозволяє глибше осмислити закономірності та механізми розвитку безпечної поведінки майбутніх фахівців. У процесі роботи застосовано широкий спектр методів: аналіз і синтез наукових джерел, анкетування студентів і викладачів, педагогічний експеримент, контент-аналіз освітніх програм, а також методи порівняння, систематизації та узагальнення досвіду кафедри «Безпека праці та навколишнього середовища» НТУ «ХП» [1, 3]. Отримані результати дали змогу визначити ключові напрями вдосконалення підготовки фахівців у сфері безпеки праці та екологічної культури [1, 2, 5].

1. Педагогічний аспект. Формування культури безпеки у студентів вимагає комплексного, системного підходу, коли безпекові компетентності інтегруються не лише у спеціальні дисципліни, а й у загальноосвітні та професійно орієнтовані курси [5, 6]. Важливим завданням є не просто передавання теоретичних знань з охорони праці, а створення освітнього середовища, яке сприяє формуванню безпечного стилю мислення, розвитку відповідального ставлення до ризиків, уміння прогнозувати можливі небезпеки та мінімізувати їх наслідки [2, 4].

Значну роль відіграє активне залучення студентів до практичних занять, тренінгів, моделювання небезпечних ситуацій і колективного обговорення шляхів їх вирішення [6]. Таким чином, навчальний процес перетворюється на інтерактивну платформу формування не лише знань, а й ціннісних орієнтацій,

моральної відповідальності та внутрішньої мотивації до безпечної поведінки [3, 5].

2. Психологічний аспект. Сучасні умови, зокрема воєнний стан, істотно вплинули на психологічне сприйняття безпеки студентами [2]. Молодь перебуває під постійним тиском інформаційних, емоційних та соціальних факторів, що породжує відчуття тривожності, нестабільності та невизначеності [6]. У зв'язку з цим формування культури безпеки повинно містити елементи психологічної підтримки, навчання навичкам емоційної саморегуляції, подолання стресу, розвитку стійкості до кризових ситуацій і вміння діяти зібрано в умовах ризику [5, 7]. Доцільним є включення у навчальний процес тренінгів із психогігієни, майстер-класів із розвитку критичного мислення, а також інтеграція кейсів, що моделюють поведінку людини в надзвичайних умовах [4, 9]. Психологічний компонент сприяє гармонізації особистості, формує відчуття внутрішньої впевненості та готовності до раціонального прийняття рішень у складних обставинах [6, 8].

3. Організаційний аспект. Кафедра «Безпека праці та навколишнього середовища» НТУ «ХПІ» активно реалізує європейські стандарти підготовки фахівців з охорони праці, що відповідають сучасним вимогам ринку праці та суспільним очікуванням [1, 3]. Освітні програми побудовані на компетентнісному підході, який передбачає не лише формування теоретичних знань, а й розвиток практичних умінь, аналітичного мислення та здатності до прийняття управлінських рішень у сфері безпеки [2, 6].

До навчального процесу включено модулі з ризик-менеджменту, корпоративної культури безпеки, управління надзвичайними ситуаціями, а також тренінгові заняття, побудовані на аналізі реальних виробничих і надзвичайних подій [4, 9]. Важливо, що студенти мають змогу брати участь у спільних науково-практичних заходах, семінарах і проектах із підприємствами та органами державного управління, що забезпечує тісний зв'язок теорії з практикою [1, 3]. Такі педагогічні, психологічні та організаційні підходи у своїй сукупності сприяють розвитку рефлексивного мислення, відповідальності, ініціативності, командної взаємодії та лідерських якостей [5, 6]. Усе це має особливе значення в умовах воєнного часу, коли безпека стає не лише навчальною дисципліною, а й основною життєвою компетенцією [2, 3].

Висновки. Формування культури безпеки праці та здоров'я майбутнього фахівця є стратегічним завданням сучасної системи освіти [4, 5], яке забезпечує стійкість суспільства та економіки в умовах війни. Культура безпеки є інтегральною компетентністю, що поєднує знання, поведінкові навички, моральні принципи, соціальну відповідальність і психологічну готовність діяти в умовах ризику [6, 7].

Підвищення рівня культури безпеки можливе через впровадження інноваційних педагогічних технологій, інтерактивних методів навчання, тренінгів, симуляцій кризових ситуацій [2, 8].

Важливу роль у розвитку культури безпеки відіграють наукові школи та кафедри, зокрема кафедра «Безпека праці та навколишнього середовища» НТУ «ХПІ», яка формує європейську модель професійної підготовки фахівців у сфері охорони праці [1, 3].

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розвитком цифрових технологій навчання, дистанційних форм підготовки з охорони праці та впровадженням системного ризик-менеджменту в освітніх установах [8, 9].

Література

1. Березуцький В. В. Європейський підхід до підготовки спеціалістів із охорони праці. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси*. – Х.: НТУ «ХПІ», 2015. – № 21 (1130). – С. 155–163.
2. Березуцький В. В., Лібецький К. Культура та безпека людини. *Збірник наукових статей та матеріалів IX Міжнародної науково-методичної конференції «Безпека людини у сучасних умовах»*. – 7–8 грудня 2017 р. – С. 174–177.
3. Березуцький В. В. Екологічна та професійна культури. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я*. – Харків: НТУ «ХПІ», 2018. – Ч. IV. – С. 7.
4. Козлов В. Г. Теоретичні аспекти формування культури безпеки праці. *Праця і безпека*, 2020, № 2, С. 11–17.
5. Шевчук Л. М. Культура безпеки праці як компонент професійної компетентності. *Безпека життєдіяльності*, 2019, № 2, С. 33–38.
6. Ткаченко Н. Ю. Формування культури безпеки в системі професійної освіти. *Професійна освіта: теорія і практика*, 2020, № 3, С. 12–18.
7. Reason J. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Aldershot: Ashgate, 1997.
8. Guldenmund F. W. *Understanding and exploring safety culture*. *Safety Science*, 2010, 48(10), 1389–1397.
9. Hale A., Cooper D. *Safety management and culture: The long road to maturity*. *Journal of Safety Research*, 2002, 33(1), 1–8.

ДІЇ ПРАЦІВНИКІВ НА ВИРОБНИЧИХ ПІДРОЗДІЛАХ ПІД ЧАС ОГОЛОШЕННЯ ПОВІТРЯНОЇ ТРИВОГИ

*Бондаренко А. О., студ. (гр. ЛА-21, ФАПІЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Ковтун А. І., к.т.н., ст. викл. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. Стаття має інформативний характер щодо дій працівників виробничих підрозділів (АТ «Укрзалізниця») під час повітряної тривоги в умовах воєнного стану. Розглядаються методи отримання актуальної інформації як через офіційні державні канали так і через мобільні застосунки для індивідуального оповіщення про сигнал повітряної тривоги. Надані уніфіковані підходи для подальших дій для працівників АТ «Укрзалізниця» в умовах оголошення сигналу повітряної тривоги. Розглянуто здійснення організаційних заходів з метою забезпечення збереження життя і здоров'я працівників АТ «Укрзалізниця» під час виконання ними своїх посадових обов'язків.

Ключові слова: працівник, виробничий підрозділ, повітряна тривога, державні канали, інформація, організаційні заходи, споруди, укриття, евакуація, робоче місце, допомога, відбій тривоги.

Abstract. The article is informative in nature regarding the actions of employees of production units (JSC “Ukrzaliznytsia”) during an air alarm under martial law. Methods of obtaining relevant information both through official state channels and through mobile applications for individual notification of an air alarm signal are considered. Unified approaches for further actions for employees of JSC “Ukrzaliznytsia” in the event of an air raid warning are provided. The implementation of organizational measures to ensure the preservation of life and health of employees of JSC “Ukrzaliznytsia” while performing their official duties is considered.

Keywords: employee, production unit, air alarm, state channels, information, organizational measures, buildings, shelter, evacuation, workplace, assistance, alarm response.

Вступ. В останні часи ми все частіше і частіше чуємо звуки сирени, не залежно від того, де ми проживаємо – чи в центрі країни чи десь на заході, ймовірність атаки дуже висока і де ми б не знаходилися, чи то на робочому місці (в аудиторії) чи вдома, нехтувати правилами безпеки у разі оголошення повітряної тривоги дуже небезпечно. Ми бачимо і знаємо, що під час режиму воєнного стану в Україні оголошення повітряної тривоги не буває випадковим. Щоразу, коли її оголошують, існує реальна загроза життю людей. Кожен раз оголошення повітряної тривоги означає високу імовірність ракетно-бомбового удару з повітря.

Аналіз стану питання. Розглянемо на прикладі дії працівників АТ «Укрзалізниця» під час повітряної тривоги, які сумлінно і бездоганно виконують свої обов'язки, не зважаючи на всі ризики, які можуть їх очікувати на їх робочих місцях. Адже ми знаємо, як ворог хоче знищити нашу критично важну інфраструктуру, головну артерію всіх перевезень. В разі зупинення перевезень

важко уявити наслідки, які можуть нас очікувати, коли несвоєчасно доставлено або пошкоджено вантаж може призвести до непоправних подій.

Метою роботи є розробка заходів, спрямованих на забезпечення збереження життя і здоров'я працівників АТ «Укрзалізниця» під час виконання ними своїх посадових обов'язків в умовах загрози ракетних чи авіаційних ударів та максимального забезпечення безпеки руху при перевезенні пасажирів та вантажів.

Методики, матеріали та результати дослідження.

Офіційні державні канали для отримання інформації

У разі оголошення сигналу «Повітряна тривога» для пошуку актуальної інформації слід використовувати офіційні державні канали для отримання інформації, а саме:

- Офіс Президента України <https://www.president.gov.ua/news/administration>;
- Генеральний штаб Збройних сил України <https://www.zsu.gov.ua/>;
- Кабінет Міністрів України <https://www.kmu.gov.ua/>;
- Міністерство освіти і науки України <https://mon.gov.ua/ua>;
- Міністерство оборони України <https://www.mil.gov.ua/>;
- Міністерство внутрішніх справ України <https://mvs.gov.ua/>;
- Національна поліція України <https://www.npu.gov.ua/>;
- Державна служба України з надзвичайних ситуацій <https://dsns.gov.ua/>;
- Державна прикордонна служба <https://dpsu.gov.ua/>;
- Центр стратегічних комунікацій <https://spravdi.gov.ua>;
- Державна служба спеціального зв'язку та захисту інформації України - <https://cip.gov.ua/ua>.

З метою пошуку інформації щодо руху транспорту та роботи інфраструктурної галузі можна скористатися наступними телеграм-каналами:

- Міністерство інфраструктури України <https://t.me/miUkraine>;
- Укрзалізниця <https://t.me/UkrzalInfo>;
- Укравтодор <https://t.me/UkravtodorNews>;
- Державна служба України з безпеки на транспорті <https://t.me/ukrtransbezpeka>.

Кожному працівнику АТ «Укрзалізниця» рекомендується встановити на особистий мобільний телефон відповідний застосунок для індивідуального оповіщення про сигнал повітряної тривоги наступними способами:

1) встановити на телефоні застосунок «Повітряна тривога».

Щоб отримувати сповіщення: встановити застосунок через Google Play Market або AppStore; надати йому дозвіл надсилати сповіщення та важливі попередження; вибрати область, у межах якої хочемо отримувати сповіщення; відстежувати початок та кінець повітряної тривоги.

Для ios: <https://apps.apple.com/.../%D0%BF%D0%BE%D0.../id1611955391>.

Для android: <https://play.google.com/store/apps/details>.

Також бажано встановити на телефоні застосунок «Київ Цифровий».

1. Загальні положення

1.1. У разі отримання повідомлення про оголошення сигналу повітряної тривоги, дії працівників АТ «Укрзалізниця» визначають уніфіковані підходи для подальших дій.

1.2. Отримання повідомлень про оголошення сигналу повітряної тривоги відбувається через:

- офіційно підтверджені цифрові застосунки: «Повітряна тривога»;
- місцеві автоматизовані системи централізованого оповіщення, системи оповіщення у складі автоматизованої пожежної сигналізації (з передачею попереджувального звукового сигналу «Увага всім!»);
- електронні засоби масової інформації (офіційні сайти тощо);
- іншими доступними засобами зв'язку, організованими керівниками підрозділів та відповідальними особами.

1.3. З метою забезпечення збереження життя і здоров'я працівників АТ «Укрзалізниця» під час виконання ними своїх посадових обов'язків в умовах загрози виникнення або під час артилерійських обстрілів, нанесення ракетних чи авіаційних ударів тощо використовуються захисні споруди цивільного захисту. Якнайпростіші укриття можуть використовуватись цокольні або підвальні приміщення, інші споруди підземного простору. Для укриття також можуть використовуватись споруди подвійного призначення – наземні або підземні будівлі / споруди чи їх окремі частини.

У випадку якщо захисних споруд (укриттів) поблизу немає, згідно з рекомендаціями Державної служби України з надзвичайних ситуацій, необхідно залишатись в будівлі та скористатись правилом «двох стін» (від небезпеки працівника має відділяти щонайменше дві стіни), подалі від вікон, у коридорі, знайти найнебезпечніше місце перебування. До укриття необхідно взяти документи, особисті речі, засоби індивідуального захисту, запас води, медикаменти. В укритті необхідно дотримуватись дисципліни, забороняється курити, шуміти, запалювати без дозволу газові лампи та свічки, пересувати предмети, самовільно заходити до службових приміщень, включати (виключати) агрегати спеціального обладнання, відкривати герметичні захисні двері, розпалювати відкритий вогонь. Не допускається пересування приміщеннями без особливої потреб. У разі завалу укриття або його пошкодження, відповідальні особи за евакуацію до укриття, не чекаючи допомоги ззовні, мають організувати роботу щодо виходу із нього, за потреби залучивши людей, які там перебувають. Якщо основні виходи не можна використовувати, евакуація відбувається через аварійні виходи. Евакуація з укриття виконується в такій послідовності: спочатку на поверхню виходить декілька людей для того щоб надати допомогу тим, хто не може вийти самостійно, а потім евакуюються потерпілі, люди старшого віку, після них – усі інші.

2. Здійснення організаційних заходів

Керівники регіональних філій, філій АТ «Укрзалізниця» та їхніх виробничих підрозділів з урахуванням цих Дій, Плану цивільного захисту АТ «Укрзалізниця» на особливий період, наявних затверджених планів дій працівників АТ «Укрзалізниця» у разі оголошення повітряної тривоги, місцевих особливостей функціонування, наближеності підрозділів та працівників АТ «Укрзалізниця» до зон бойових дій та можливої зони пуску, часу підльоту ракет, артилерійських снарядів мають забезпечити:

- розроблення та затвердження плану дій працівників АТ «Укрзалізниця» у разі оголошення сигналу повітряної тривоги;
- розроблення, затвердження та ознайомлення працівників зі схемами та маршрутами евакуації до захисних споруд цивільного захисту, інших споруд подвійного призначення (укриттів);
- призначення відповідальних працівників за визначенням укриттів, встановлення показників напрямку руху до укриттів для швидкого та безпечного переміщення;
- призначення працівників АТ «Укрзалізниця», відповідальних за оповіщення всіх працівників АТ про оголошення сигналу повітряної тривоги, відкриття основних входів, запасних евакуаційних виходів, забезпечення порядку під час евакуації до укриттів та збереження майна АТ «Укрзалізниця»;
- наявність та готовність системи оповіщення на випадок дій за сигналом повітряної тривоги;
- проведення навчань та тренувань працівників АТ «Укрзалізниця» щодо дій у разі оголошення повітряної тривоги;
- систематичну перевірку стану та готовності шляхів евакуації до захисних споруд цивільного захисту, інших споруд подвійного призначення (укриттів).

3. Дії працівників АТ «Укрзалізниця» у разі оголошення сигналу повітряної тривоги

Після отримання повідомлення про оголошення сигналу повітряної тривоги рекомендується виконати такі дії:

- працівникам АТ «Укрзалізниця» негайно узгодити свої подальші дії з безпосереднім керівником (у разі його відсутності – з керівником вищого рівня) доступними засобами зв'язку;
- безпосередній керівник, робота якого та його підлеглих працівників АТ безпосередньо пов'язана із рухом поїздів (особливо спеціальних, евакуаційних поїздів) доступними засобами зв'язку негайно уточнює поїзне положення у чергового по залізничній станції та/або диспетчера поїзного району Регіонального центру управління рухом/диспетчера регіонального та вживає заходів для завершення технологічних процесів, виробничих завдань та робіт з урахуванням першочергової пріоритетності збереження власного життя та здоров'я, життя та здоров'я підпорядкованих працівників АТ, користувачів послуг залізничного транспорту, враховуючи місцеві особливості

функціонування, наближеність підрозділів та працівників до зон бойових дій та з урахуванням часу підльоту ракет, артилерійських снарядів тощо;

- завершення технологічних процесів, виробничих завдань та робіт має відбуватись із урахуванням вимог безпеки руху поїздів та автотранспорту, охорони праці та не має призвести до загрози життю й здоров'ю інших працівників та користувачів послуг залізничного транспорту, виникнення транспортних подій (катастроф, аварій, серйозних інцидентів, інцидентів);

- працівникам після узгодження дій з безпосереднім керівником за можливості завершити операції технологічного процесу – всі виробничі процеси по можливості повинні бути зупинені;

- виробничі завдання та роботи зупинити, вимкнути та закріпити виробниче обладнання, устаткування, вимкнути та відімкнути від електромережі все задіяне електрообладнання, побутові електроприлади, оргтехніку, комп'ютери, освітлення;

- у разі необхідності та можливості здійснити світлове маскування будівель та/або рухомого складу у темну пору доби;

- прибрати службові документи для збереження від пошкодження в сейф або в шухляди столу, які зачиняються на ключ, закрити штори, жалюзі, двері;

- повідомити працюючий персонал про оголошення тривоги, а також пасажирів та відвідувачів, які перебувають в зоні безпеки;

- провести евакуацію працівників та пасажирів до найближчого укриття або захисної споруди; у разі відсутності укриття перейти до приміщень, що забезпечують дотримання правила «двох стін», де можливо укритись від дії засобів ураження, перебувати подалі від вікон, за можливості покинути верхні поверхи будівлі (згідно з рекомендаціями Державної служби України з надзвичайних ситуацій);

- керівникам структурних підрозділів та безпосереднім керівникам доступними засобами зв'язку здійснити перевірку наявності підлеглих працівників в укриттях, а у разі виявлення відсутніх – здійснити заходи щодо з'ясування місць їх перебування та прийняти рішення стосовно подальших дій;

- перебувати в укритті слід до моменту отримання повідомлення про відбій повітряної тривоги;

- надати допомогу людям, які її потребують (в першу чергу дітям та пенсіонерам);

- після отримання доступними засобами інформування повідомлення про відбій повітряної тривоги, якщо почався робочий час, повернутися на своє робоче місце;

- перевірити робоче місце та зв'язок на предмет працездатності, безпечності виконання посадових обов'язків;

- при виявленні ознак пошкоджень, сторонніх предметів, незаконного проникнення у службові приміщення необхідно доповісти безпосередньому керівнику та діяти за його дорученням;

- доповісти безпосередньому керівнику щодо поновлення виконання посадових обов'язків після отримання повідомлення про відбій повітряної тривоги.

Висновки. З метою забезпечення збереження життя і здоров'я працівників АТ «Укрзалізниця» під час виконання ними своїх посадових обов'язків в умовах загрози нанесення ракетних чи авіаційних ударів є по можливості максимальне дотримання здійснення організаційних заходів та розглянутих рекомендацій у разі оголошення сигналу повітряної тривоги.

Література

1. Вимоги статті 3 Конституції України, статті 30 Кодексу цивільного захисту України, законів України «Про функціонування єдиної транспортної системи України в особливий період», «Про мобілізаційну підготовку та мобілізацію».

2. Статут акціонерного товариства «Українська залізниця», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 02.09.2015 №735.

3. Постанова Кабінету Міністрів України від 27.09.2017 №733 «Про затвердження Положення про організацію оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій та організації зв'язку у сфері цивільного захисту» (зі змінами), пункту 24 розпорядження Кабінету Міністрів України від 24.02.2022 № 181-р «Питання запровадження та забезпечення здійснення заходів правового режиму воєнного стану в Україні».

4. Положення про цивільний захист ПАТ «Укрзалізниця» в особливий період, затвердженого рішення правління від 20.12.2016 та 21.12.2016 (протокол № 87) та введеного в дію наказом ПАТ «Укрзалізниця» від 24.01.2017 № 045.

5. Рекомендації Алгоритму дій за сигналами оповіщення «Увага всім», «Повітряна тривога», затвердженого протоколом наради силового блоку оперативного штабу Ради оборони Київської області від 17.08.2022 №8.

6. Методичні рекомендації посадовим особам з питань цивільного захисту з організації цивільного захисту на суб'єкті господарювання, схваленими на засіданні методичної комісії з функціонального навчання НМЦ та БЖД м. Києва (протокол № 10 від 14.11.2017).

7. Рекомендації Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ЗАХИСТУ ПРАЦІВНИКІВ ВІД ШКІДЛИВИХ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ (ШУМ, ПИЛ, ВИПРОМІНЮВАННЯ)

*Голондарьова М. І., студ. (гр. ЛЕ-21, ФАПІЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Ковтун А. І., к.т.н., ст. викл. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. У статті розглянуто ключові підходи до забезпечення безпечних умов праці шляхом мінімізації впливу шкідливих фізичних факторів, зокрема виробничого шуму, аерозолів (пилу) та електромагнітного і радіаційного випромінювання. Наголошується на пріоритетності засобів колективного захисту як основного інженерного рішення для нормалізації виробничого середовища (вентиляція, звукоізоляція, екранування). Аналізуються специфічні класи та типи засобів індивідуального захисту, що використовуються як додатковий, критично важливий бар'єр. Підкреслюється, що ефективна система захисту включає не лише технічні заходи, але й обов'язковий медичний контроль та навчання персоналу, що є невід'ємними компонентами запобігання професійним захворюванням.

Ключові слова. Охорона праці, шкідливі фізичні фактори, засоби колективного захисту, засоби індивідуального захисту, виробничий шум, аерозолі, випромінювання, професійний ризик, гігієна праці.

Abstract. The article discusses key approaches to ensuring safe working conditions by minimizing the impact of harmful physical factors, in particular industrial noise, aerosols (dust), and electromagnetic and radiation emissions. It emphasizes the priority of collective protection measures as the main engineering solution for normalizing the production environment (ventilation, sound insulation, shielding). It analyzes specific classes and types of personal protective equipment used as an additional, critically important barrier. It is emphasized that an effective protection system includes not only technical measures, but also mandatory medical monitoring and staff training, which are integral components of occupational disease prevention.

Keywords. Occupational safety, harmful physical factors, collective protective equipment, personal protective equipment, industrial noise, aerosols, radiation, occupational risk, occupational hygiene.

Вступ. Процес індустріалізації та автоматизації виробництва, поряд із підвищенням продуктивності праці, привніс у робоче середовище значну кількість чинників, потенційно небезпечних для здоров'я людини. Серед них особливе місце займають шкідливі фізичні фактори: надмірний шум, який руйнує слуховий аналізатор; завислі у повітрі аерозолі (пил), що призводять до захворювань органів дихання; та різні види випромінювання, здатні спричинити як гострі, так і віддалені наслідки для організму. Забезпечення оптимальних або, принаймні, допустимих умов праці, що відповідають державним санітарно-гігієнічним нормативам, є прямим обов'язком роботодавця. Ефективна стратегія

захисту базується на двох основоположних принципах: технічній мінімізації ризику в джерелі його виникнення та індивідуальному захисті працівника.

Аналіз стану питання. Засоби захисту працюючих, згідно з нормативними документами з охорони праці, чітко диференційовані на засоби колективного захисту та засоби індивідуального захисту. Засоби колективного захисту мають беззаперечний пріоритет. Їхнє завдання полягає у запобіганні або істотному зниженні впливу шкідливого фактору на всіх працівників у даній робочій зоні. До них відносять інженерні системи та технічні рішення, які модифікують виробниче середовище: засоби нормалізації повітряного середовища (вентиляція, кондиціонування), засоби нормалізації освітлення, а також засоби захисту від шуму, вібрації та різних полів. Засоби індивідуального захисту використовуються, коли засоби колективного захисту не можуть повністю знизити ризик до нормативного рівня через технологічні чи економічні причини, або при виконанні короточасних операцій. Засоби індивідуального захисту класифікуються за призначенням: захист органів дихання, слуху, очей, обличчя, голови, шкіри, а також спеціальний одяг і взуття. Життєво важливо, щоб засоби індивідуального захисту відповідали конкретному виду небезпеки та зберігали свої експлуатаційні властивості протягом усього терміну використання. Відсутність або неефективність застосування обох категорій засобів призводить до високих соціальних і економічних втрат, пов'язаних із професійною захворюваністю та зниженням продуктивності.

Метою роботи є систематизація та обґрунтування комплексного підходу до захисту працівників від шкідливих фізичних факторів (шум, пил, випромінювання) шляхом пріоритетного застосування колективних та ефективного використання індивідуальних засобів захисту.

Методики, матеріали і результати дослідження. Ефективний захист від кожного з ключових шкідливих фізичних факторів вимагає застосування специфічних, науково обґрунтованих методик та матеріалів.

1. Захист від шуму та вібрації. Тривалий вплив шуму понад 80 дБ призводить до незворотних змін слуху (нейросенсорна приглухуватість), а також до порушень центральної нервової та серцево-судинної систем. Основний підхід – усунення шуму в джерелі шляхом заміни шумного обладнання, впровадження малошумних технологій, а також використання звукоізолюючих кожухів та акустичних екранів навколо агрегатів. Інша методика – використання звукопоглинальних матеріалів (пористих, волокнистих) для облицювання стін і стелі цехів, що зменшує відбиття звукових хвиль і знижує загальний рівень шуму. Якщо рівень шуму залишається вищим за допустимий, застосовують протишумові навушники (для високих рівнів) або вкладиші (беруші) (для середніх рівнів), які знижують рівень звукового тиску на барабанну перетинку.

2. Захист від пилу (аерозолі). Вдихання дисперсних частинок призводить до розвитку професійних захворювань легень (силікоз, антракоз, талькоз). Ключовим засобом нормалізації повітряного середовища є місцева витяжна вентиляція (аспіраційні системи), яка повинна максимально ефективно видаляти

забруднене повітря безпосередньо від місць пилоутворення (дробарки, транспортери, шліфувальні верстати). Важливу роль відіграє герметизація обладнання та процесів, а також гідроуловлювання пилу (змочування). У зонах, де концентрація пилу перевищує ГДК, працівники повинні бути забезпечені засобами захисту органів дихання. Це можуть бути респіратори (наприклад, FFP2 або FFP3, залежно від токсичності та концентрації пилу), або, у важких випадках, пневмошоломи чи пневмомаски.

3. *Захист від випромінювання (електромагнітне, іонізуюче).* Іонізуюче випромінювання викликає променеви хворобу та онкологічні зміни; електромагнітне та лазерне випромінювання впливає на нервову систему, органи зору та викликає термічні ефекти. Використовується принцип захисту відстанню, часом та екрануванням. Для іонізуючого випромінювання – це стаціонарні захисні огороження зі свинцю, бетону. Для електромагнітного поля – екранування джерела металевими сітками чи листами, а також дистанційне керування (виведення оператора із зони впливу). Для захисту органів зору від яскравого світла та УФ/ІЧ-випромінювання застосовуються захисні окуляри зі спеціальними світлофільтрами. У разі роботи з електромагнітним полем використовуються спеціальні костюми з екрануючих тканин. Важливим є використання дозиметрів та індивідуальних засобів контролю для постійного моніторингу опромінення.

Висновки. Ефективна та стійка система захисту працівників від шкідливих фізичних факторів (шум, пил, випромінювання) не може бути зведена до одного лише забезпечення засобами. Інженерне попередження пріоритетне впровадження засоби колективного захисту (герметизація, вентиляція, звуко- та віброізоляція, екранування) для зниження ризику у джерелі. Персональний бар'єр належне забезпечення та жорсткий контроль за використанням засоби індивідуального захисту, які повинні відповідати небезпеці та зберігати свої гігієнічні та захисні властивості. Організаційний супровід забезпечення медичного нагляду (періодичні огляди) та систематичного навчання персоналу правилам безпечної роботи та догляду за засобами захисту.

Література

1. Вплив шкідливих виробничих факторів на організм людини та засоби захисту від них. Методичний матеріал. – 2021.
2. Охорона праці та цивільний захист: підручник для студентів, які навчаються за спеціальностями галузей знань «Автоматизація та приладобудування» / О. Г. Левченко, О. І. Полукаров, В. В. Зацарний, Ю. О. Полукаров, О. В. Землянська. За ред. О. Г. Левченка. – Київ: КІП ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 420 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАХОДІВ І ЗАСОБІВ ДЕРЖАВНОГО НАГЛЯДУ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

*Древаль Ю. Д., професор, доктор наук з державного управління (Національний університет водного господарства та природокористування);
Валентюк О. В., магістрантка (гр. ДСз-21м, Національний університет водного господарства та природокористування)*

Анотація. Досліджується процес удосконалення заходів державного нагляду у сфері охорони праці в умовах воєнного стану та в процесі цифрової трансформації системи державного управління. Особлива увага приділяється аналізу впровадження автоматизованої системи відбору підприємств для перевірок.

Ключові слова: охорона праці, державний нагляд, умови воєнного стану, автоматизована система контролю, цифрова трансформація системи державного управління.

Abstract. The study examines the improvement of state supervision measures in the field of occupational safety under the conditions of martial law and during the digital transformation of the public administration system. Particular attention is given to the analysis of the implementation of an automated system for selecting enterprises for inspections.

Keywords: occupational safety, state supervision, martial law conditions, automated control system, digital transformation of public administration.

Вступ. В умовах запровадженого воєнного стану на території України та з розвитком новітніх технологій стрімко змінюють підходи до безпеки та охорони праці. Курсу України на цифровізацію державного управління та гармонізацію стандартів охорони праці з вимогами ЄС адаптує законодавство до нових реалій, вдосконалюючи механізм нагляду та контролю задля збереження життя та здоров'я працівників.

Аналіз стану питання. Забезпечення безпеки працівників є пріоритетним напрямом державної політики, як під час війни, так і в повоєнний період. Підвищення ефективності наглядових функцій Держпраці вимагає використання новітніх інструментів контролю, адаптованих до сучасних викликів.

Мета роботи: визначити напрями вдосконалення заходів і засобів державного нагляду у сфері охорони праці під час активної цифрової трансформації системи державного управління, що передбачає впровадження інноваційних підходів у сфері нагляду за дотриманням законодавства про охорону праці.

Методики, матеріали і результати досліджень. Закон України «Про охорону праці» визначає охорону праці як систему правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності [1].

Головна мета охорони праці – створення на кожному робочому місці безпечних умов праці, безпечної експлуатації обладнання, зменшення або повна нейтралізація дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів на організм людини і, як наслідок, зниження виробничого травматизму та професійних захворювань.

Держава зі своєї сторони розробляє й реалізує заходи, спрямовані на створення цілісної системи державного управління охороною праці, організує контроль за виконанням відповідних законодавчих і нормативних актів, координує діяльність центральних та місцевих органів виконавчої влади в цій сфері, ініціює розробку конкретних програм у галузі безпеки та гігієни праці, стежить за їх виконанням.

Державне управління охороною праці в Україні здійснюють Кабінет Міністрів України; центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику в галузі охорони праці; міністерства та інші центральні органи виконавчої влади; Рада міністрів Автономної Республіки Крим, місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування.

В умовах воєнного стану система державного нагляду у сфері охорони праці, що здійснюється центральним органом виконавчої влади, зазнала суттєвих змін. Припинено проведення планових та позапланових заходів державного нагляду (контролю) на період воєнного стану [2] в тому числі і в сфері охорони праці, та встановлено виключний перелік підстав проведення позапланових заходів державного нагляду.

Одним із ключових кроків стало вдосконалення інтегрованої автоматизованої системи державного нагляду (контролю), закріплене Постановою Кабінету Міністрів України № 1189 від 25 вересня 2025 року [3]. Цей документ спрямований на розширення функціоналу системи, забезпечення взаємодії між контролюючими органами, інтеграцію з державними реєстрами та впровадження ризик-орієнтованого підходу до планування перевірок.

У системі з'явиться новий модуль управління ризиками, який автоматично визначатиме, які підприємства потраплять до плану інспекційних перевірок у 85 сферах – в тому числі і з охорони праці.

До найбільш важливіших змін відноситься:

- ступінь ризику для кожного підприємства визначатиметься автоматично за встановленими критеріями;
- система формує перелік суб'єктів для перевірок на основі їх рейтингу;
- контролюючі органи зосереджуються на високоризикових підприємствах, зменшуючи навантаження на бізнес із низьким ризиком;
- річні та комплексні плани перевірок формуються і публікуються автоматично через систему – це забезпечує прозорість і відкритий доступ для бізнесу та громадськості.

У сфері охорони праці це означає зменшення корупційних ризиків та тиску на сумнівні підприємства, перехід до інтелектуальної моделі моніторингу

безпеки праці, що ґрунтується на даних, аналітиці та прогнозуванні.

Висновки. Удосконалення заходів і засобів державного нагляду у сфері охорони праці є необхідною умовою підтримання трудової безпеки та збереження життя і здоров'я працівників. Використання автоматизованих систем, цифровізації та використання сучасних інформаційних технологій сприяє підвищенню ефективності контролю, прозорості управлінських процесів та зниженню рівня виробничого травматизму, забезпечуючи відповідність національної системи вимогам європейських стандартів безпеки праці.

Подальший розвиток системи державного нагляду повинен бути спрямований на гнучкість, оперативність і технологічну адаптивність до нових умов. Сфера охорони праці в Україні потребує ще більшої модернізації систем контролю в умовах обмежених ресурсів.

Література

1. Про охорону праці: Закон України від 14 жовтня 1992 року № 2694-XII (зі змінами та доповненнями). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення 22.10.2025).
2. Про припинення проведення планових заходів державного нагляду (контролю) і державного ринкового нагляду в умовах воєнного стану: Постанова Кабінету Міністрів України від 13 березня 2022 року № 303. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/303-2022-п> (дата звернення 23.10.2025).
3. Про внесення змін до Порядку функціонування інтегрованої автоматизованої системи державного нагляду (контролю): Постанова Кабінету Міністрів України від 25 вересня 2025 року № 1189. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/> (дата звернення 23.10.2025).

КУЛЬТУРА ОХОРОНИ ПРАЦІ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Древаль Ю. Д., професор, доктор наук з державного управління (Національний університет водного господарства та природокористування);

Тім Х. В. (гр. ДСз-21м, Національний університет водного господарства та природокористування)

Анотація. Розглянуто питання щодо значущості культури охорони праці в закладах вищої освіти як важливої складової освітнього процесу, що поєднує правові, організаційні, технічні, психологічні та соціальні аспекти безпеки. Визначено основні напрями розвитку культури безпеки: удосконалення системи управління охороною праці, інтеграція питань безпеки у навчальні дисципліни, підвищення обізнаності студентів і працівників, створення позитивного мікроклімату та формування відповідального ставлення до дотримання правил безпеки. Наголошено на важливості вдосконалення нормативно-правової бази та цифрової безпеки в умовах сучасної освіти.

Ключові слова: охорона праці, культура безпеки, заклади вищої освіти, безпечне освітнє середовище, профілактика травматизму, освітній процес.

Abstract. The essence of occupational safety culture in higher education institutions is considered as an important component of the educational process that combines legal, organizational, technical, psychological, and social aspects of safety. The main directions for developing a safety culture are identified: improving the occupational safety management system, integrating safety issues into educational disciplines, increasing awareness among students and staff, creating a positive microclimate, and fostering a responsible attitude toward safety rules. The importance of the legal framework and digital safety in modern education is emphasized.

Keywords: occupational safety, safety culture, higher education institutions, safe educational environment, injury prevention, educational process.

Вступ. Сучасна система вищої освіти вимагає створення безпечного освітнього середовища, у якому збереження життя та здоров'я всіх учасників освітнього процесу є пріоритетом. Університети, академії та інститути мають не лише виконувати вимоги законодавства з охорони праці, а й формувати у студентів та працівників свідоме ставлення до безпеки як до невід'ємної частини професійної культури. Культура охорони праці в закладах вищої освіти охоплює комплекс заходів, спрямованих на попередження травматизму, підвищення рівня обізнаності, формування відповідального ставлення до безпечної поведінки та створення комфортних умов навчання і праці. Вона є системним явищем, що поєднує технічні, організаційні, психологічні та освітні аспекти, формуючи у здобувачів освіти розуміння цінності людського життя і необхідності дотримання правил безпеки.

На сьогодні питання щодо формування культури безпеки набуває особливого значення. Найперше це пояснюється розвитком цифрових технологій, дистанційних форм навчання та зміною підходів до організації

освітнього процесу. Зазначена проблема набуває особливо великого загострення у зв'язку з розв'язанням повномасштабних дій проти нашої держави. Заклади освіти повинні не лише забезпечувати відповідність матеріально-технічної бази нормам охорони праці, а й активно впроваджувати виховні, навчальні та профілактичні заходи, спрямовані на підвищення рівня безпечної поведінки серед студентів і працівників.

Таким чином, формування культури охорони праці у вищих навчальних закладах є важливим завданням сучасної освіти, яке сприяє підготовці відповідальних, професійних та соціально свідомих фахівців.

Аналіз стану питання. На сьогодні рівень культури охорони праці в закладах вищої освіти залишається нерівномірним і потребує системного вдосконалення. Основними проблемами є формальне ставлення до інструктажів, недостатня інтеграція питань безпеки у навчальний процес та обмеженість матеріально-технічної бази. Для підвищення ефективності необхідно посилити виховну роботу, модернізувати умови навчання та розвивати свідоме ставлення студентів і персоналу до дотримання правил безпеки.

Мета роботи: дослідити особливості формування культури охорони праці в закладах вищої освіти, та запропонувати напрями вдосконалення системи безпеки освітнього середовища з урахуванням сучасних вимог і технологічних змін.

Методики, матеріали і результати досліджень. Культура охорони праці в закладах вищої освіти є комплексним соціально-освітнім явищем, що відображає рівень усвідомлення цінності людського життя, здоров'я, безпеки та відповідальності кожного учасника освітнього процесу. Вона охоплює не лише виконання вимог законодавства та інструкцій, а й формування певного світогляду, у якому безпечна поведінка є природною частиною професійної та освітньої культури [1, с.132].

Розвиток культури охорони праці в університетах має подвійне значення. З одного боку, це безпосередньо впливає на безпечність середовища навчання, збереження життя та здоров'я студентів і викладачів. З іншого – це формування у майбутніх фахівців знань, навичок та відповідального ставлення до питань безпеки праці, що є необхідною умовою для їхньої подальшої професійної діяльності. Заклади вищої освіти не лише реалізують освітню функцію, а й виступають носіями цінностей безпечної праці у суспільстві.

Однією з ключових складових культури охорони праці є наявність системи управління безпекою освітнього процесу. Вона включає: розробку та впровадження інструкцій з охорони праці, проведення первинних, повторних і цільових інструктажів, навчання персоналу правилам безпечного користування обладнанням, забезпечення лабораторій і аудиторій засобами індивідуального захисту, а також контроль за дотриманням санітарно-гігієнічних норм. Важливу роль відіграє технічна безпека – належний стан електромереж, вентиляційних систем, евакуаційних виходів і протипожежного обладнання [2, с.138].

Не менш важливим є психологічний аспект культури безпеки. Студенти повинні розуміти, що дотримання правил охорони праці – це не формальність, а прояв відповідальності перед собою, колегами й суспільством. Формування відповідальної поведінки можливе лише за умови систематичного виховання у навчальному процесі. У цьому контексті важливими є виховні години, лекції, тренінги, тематичні тижні охорони праці, конкурси на знання правил безпеки, які сприяють підвищенню рівня обізнаності студентів.

Крім того, значний потенціал має інтеграція питань безпеки праці у зміст навчальних дисциплін. Наприклад, під час вивчення інженерних, медичних, педагогічних чи економічних спеціальностей доцільно розглядати ризики професійної діяльності, методи запобігання травматизму, оцінку ризиків і планування безпечних робочих місць. Такий підхід не лише підвищує якість підготовки майбутніх фахівців, а й сприяє формуванню у них системного мислення щодо питань охорони праці [3, с.34].

Суттєвим чинником підвищення культури охорони праці є створення позитивного мікроклімату у закладі освіти. Безпечне середовище – це не лише технічна, а й соціальна категорія. Взаємоповага, довіра між студентами та викладачами, відкритість адміністрації до діалогу щодо умов праці та навчання – усе це формує атмосферу, в якій правила безпеки сприймаються природно. Саме така культура дозволяє не лише зменшити ризики нещасних випадків, а й підвищити ефективність навчального процесу.

У сучасних умовах цифровізації освіти дедалі важливішим стає питання безпеки під час використання інформаційних технологій. Це стосується ергономіки робочого місця, профілактики перевтоми, дотримання санітарних норм під час дистанційного навчання. Тому культура охорони праці повинна охоплювати також цифрову безпеку та гігієну праці з комп'ютером.

Не можна оминати й нормативно-правову основу формування культури охорони праці. Її визначають Закони України «Про охорону праці», «Про освіту», «Про вищу освіту», а також Типове положення про навчання з питань охорони праці. На основі цих документів кожен заклад розробляє власні положення, інструкції та програми, що забезпечують належний рівень безпеки [4, с.80].

Важливим індикатором рівня культури безпеки є участь студентів у профілактичних заходах – тижнях охорони праці, конкурсах, семінарах, волонтерських ініціативах, присвячених безпеці життєдіяльності. Такі заходи не лише розширюють знання, а й формують активну громадянську позицію, підвищують соціальну відповідальність молоді.

Висновки. Отже, формування культури охорони праці в закладах вищої освіти – це складний і тривалий процес, який потребує комплексного підходу, взаємодії адміністрації, викладачів і студентів. Його результатом має стати створення такого освітнього середовища, де безпечна поведінка є нормою, а збереження життя і здоров'я – найвищою цінністю. Розвиток культури охорони

праці є передумовою підготовки сучасного фахівця, здатного працювати в умовах безпеки, відповідальності та професійної етики.

Література

1. Мовмига Н. Є. Формування культури безпеки життєдіяльності студентів у процесі професійної підготовки: монографія. Харків: [б. в.], 2017. 132 с. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/dc081508-c11f-498e-aded-890d1d0f23b4/content>
2. Опара Н. М. Проблемні питання викладання БЖД у ВНЗ України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії. Серія «Технічні науки»*. 2015. Вип. 1–2. С. 138–144. URL: <https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk/article/download/971/1348/2581>
3. Каменська І. С. Особливості вивчення дисципліни «Охорона праці в галузі» при професійній підготовці майбутніх викладачів вищих навчальних закладів. *Науковий огляд*. 2016. № 9 (30). С. 34–39. URL: <https://oaji.net/pdf.html?n=2016%2F797-1479503570.pdf>
4. Маслова О. В. Сучасні вимоги охорони праці у закладах освіти України: електронний навчальний курс. Біла Церква: БІНПО ДЗВО «УМО», 2022. 80 с. URL: <https://binpo.com.ua/wp-content/uploads/2022/12/Сучасн-ОП.pdf>

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ УМОВАМИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ПЕРСОНАЛУ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ

*Козирев А. С., здобувач (Державний біотехнологічний університет);
Заїка С. О., к.е.н., проф. кафедри менеджменту, бізнесу і адміністрування Державного
біотехнологічного університету (м. Харків)*

Анотація. У статті розглянуто інноваційні підходи до управління умовами праці та безпеки персоналу в контексті євроінтеграційних процесів України. Наголошено на необхідності впровадження міжнародних стандартів охорони праці відповідно до вимог Міжнародної організації праці (МОП), Європейського агентства з безпеки і гігієни праці (EU-OSHA) та стандарту ISO 45001. Обґрунтовано роль цифровізації та сталого розвитку у формуванні сучасної системи управління безпекою праці. Визначено, що впровадження смарт-технологій, моніторингових систем ризиків і аналітики даних сприяє підвищенню ефективності прийняття управлінських рішень. Підкреслено, що євроінтеграційний курс України вимагає поєднання інституційних реформ, освітніх змін і культури безпеки, заснованої на принципах превентивності та участі працівників.

Ключові слова: умови праці, безпека персоналу, інновації, євроінтеграція, ISO 45001, МОП, EU-OSHA.

Abstract. The article examines innovative approaches to managing working conditions and personnel safety in the context of Ukraine's European integration. It emphasizes the need to implement international labour safety standards in accordance with the International Labour Organization (ILO), the European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA), and ISO 45001. The role of digitalization and sustainability in building a modern occupational safety management system is substantiated. The use of smart technologies, risk monitoring systems, and data analytics is shown to enhance the efficiency of decision-making processes. The paper concludes that Ukraine's integration into the EU requires combining institutional reforms, educational transformation, and a safety culture based on prevention and worker participation.

Keywords: working conditions, personnel safety, innovation, European integration, ISO 45001, ILO, EU-OSHA.

Вступ. Розвиток сучасного ринку праці в Україні супроводжується глибокими змінами у сфері безпеки праці та охорони здоров'я працівників. Європейський курс держави зумовлює потребу в оновленні системи управління охороною праці, що має забезпечити відповідність національних підходів європейським нормам. Безпечні умови праці нині розглядаються як невід'ємна частина ефективного функціонування підприємств і передумова підвищення продуктивності праці.

У центрі уваги державної політики – впровадження сучасних рішень, які поєднують організаційні, технологічні та освітні рішення, спрямовані на

запобігання травматизму та покращення добробуту працівників. Цифрові системи спостереження, моніторинг ризиків і автоматизовані засоби аналізу даних сприяють своєчасному виявленню загроз і дають можливість керівникам приймати обґрунтовані рішення.

Підвищення ефективності управління безпекою праці передбачає розвиток корпоративної культури відповідальності, удосконалення професійної підготовки кадрів та посилення державного контролю за дотриманням вимог охорони праці. Саме поєднання технічних інновацій, освітніх ініціатив і належного нормативного забезпечення створює основу для формування безпечного виробничого середовища, узгодженого з європейськими вимогами.

Аналіз стану питання. Проблема управління умовами праці та безпеки персоналу є предметом досліджень міжнародних організацій і науковців, які вивчають діяльність Міжнародної організації праці [3; 6; 7]. У документах МОП визначено, що ефективне управління безпекою має базуватися на принципах запобігання небезпекам, підвищення відповідальності роботодавців і постійного вдосконалення виробничих процесів [2; 6].

Особливу увагу приділено застосуванню міжнародних стандартів управління безпекою праці, зокрема ISO 45001, що забезпечують системний підхід до мінімізації ризиків і покращення умов праці [1; 8]. Окрім нормативних засад, усе більшого значення набувають цифрові технології, здатні автоматизувати збір і аналіз даних щодо виробничої безпеки, сприяти прогнозуванню небезпечних ситуацій і підвищувати рівень контролю на робочих місцях [4; 5; 9].

Дослідження європейських структур з питань охорони праці доводять, що цифровізація робочих процесів сприяє зниженню травматизму, покращенню психологічного стану працівників і посиленню прозорості процедур оцінювання ризиків [4; 5]. Для України це відкриває можливості модернізації системи охорони праці та формування управління, орієнтованого на запобігання небезпечним подіям і підвищення рівня відповідальності всіх учасників трудових відносин.

Мета дослідження. Метою дослідження є визначення сучасних напрямів удосконалення управління умовами праці та безпекою персоналу в Україні з урахуванням вимог європейської інтеграції та впровадження інноваційних технологічних рішень.

Методики, матеріали і результати досліджень. Під час дослідження використано системний та порівняльно-аналітичний підходи, що дали змогу узагальнити міжнародний досвід управління охороною праці та оцінити можливості його впровадження в Україні. Предметну основу дослідження становили офіційні документи Міжнародної організації праці, аналітичні звіти Європейського агентства з безпеки та гігієни праці, наукові публікації з питань цифровізації управлінських процесів і впровадження стандартів ISO 45001 [1-9].

Сучасна система управління безпекою праці має враховувати зміни технологічного середовища, що включають автоматизацію виробничих

операцій, дистанційні форми зайнятості та підвищення вимог до психофізіологічного стану працівників. На європейському рівні ці напрями підтримуються ініціативами EU-OSHA, спрямованими на цифрову трансформацію процесів управління безпекою [4; 5]. Українські підприємства поступово впроваджують подібні рішення, зокрема системи безперервного моніторингу виробничих ризиків, електронного контролю технічного стану обладнання та реєстрації небезпечних подій.

Результати аналізу свідчать, що ефективне управління умовами праці залежить від здатності організацій створювати середовище, у якому ризики контролюються завдяки використанню аналітичних даних. Цифрові системи спостереження дозволяють оперативно відстежувати рівень шуму, концентрацію шкідливих речовин, температуру, вологість, рівень освітленості та інші показники, що безпосередньо впливають на безпеку персоналу [4; 6; 9]. Отримані дані обробляються автоматично, що знижує ймовірність помилок і дає змогу своєчасно реагувати на небезпечні ситуації.

Інноваційним напрямом розвитку є впровадження елементів штучного інтелекту у систему управління охороною праці. Такі рішення дають змогу прогнозувати можливі порушення норм безпеки, визначати групи ризику серед працівників і підвищувати ефективність контролю. У країнах Європейського Союзу такі технології використовуються для створення інтелектуальних платформ безпеки, що об'єднують дані з різних джерел – від сенсорів до звітів працівників [4; 9]. Для України цей досвід є важливим з огляду на процес гармонізації із законодавством ЄС і необхідність підвищення конкурентоспроможності національної економіки.

Окрему увагу слід приділити людському фактору, який залишається визначальним у питаннях безпеки праці. Навчання персоналу правилам безпечної поведінки, формування культури відповідальності та взаємної підтримки на робочому місці мають стати постійними складовими управління безпекою. Європейська практика підтверджує, що запровадження освітніх програм, спрямованих на розвиток культури безпеки, значно зменшує кількість виробничих травм [6; 7]. В Україні такі програми потребують розширення, зокрема через інтеграцію курсів із безпеки праці до освітніх стандартів підготовки фахівців технічних і управлінських спеціальностей.

Важливим напрямом є розвиток корпоративної відповідальності у сфері охорони праці. Впровадження стандарту ISO 45001 сприяє формуванню чіткої системи управління ризиками, що передбачає планування, реалізацію та оцінювання заходів щодо забезпечення безпечних умов праці [1; 8]. Такі системи створюють основу для підвищення рівня довіри між роботодавцем і працівником, забезпечують зворотний зв'язок та узгодженість дій усіх учасників трудового процесу.

Вивчення звітів МОП підтверджує, що формування безпечного робочого середовища має спиратися на принцип постійного вдосконалення, що включає оцінювання ризиків, коригування політики безпеки та підвищення кваліфікації

персоналу [2; 6; 7]. Впровадження таких підходів дозволяє зменшити кількість виробничих травм, підвищити рівень організаційної дисципліни, сприяти зростанню мотивації працівників і поліпшенню соціального клімату в колективі.

Отже, дослідження підтвердило доцільність поєднання міжнародних стандартів охорони праці з інноваційними технологічними рішеннями, що дає змогу сформувати сучасну модель управління безпекою, яка відповідає вимогам європейського трудового простору та забезпечує підвищення ефективності системи охорони праці в Україні.

Висновки. Інтеграція України до європейського простору потребує формування нової моделі управління безпекою праці, у якій поєднуються нормативне регулювання, цифрові технології та культура відповідальності. Використання інтелектуальних систем моніторингу, підготовка фахівців нової генерації та впровадження міжнародних стандартів створюють передумови для зменшення виробничих ризиків, збереження здоров'я працівників і підвищення ефективності роботи підприємств у сучасних умовах.

Література

1. Dreval, Yu. D., Zaika, S. O. (2025). International occupational safety and health standards as a basis for managing working conditions in Ukraine. *Modernization of today's science: experience and trends: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the VII International Scientific and Theoretical Conference* (January 24, 2025, Singapore, Republic of Singapore). International Center of Scientific Research, 60-63. DOI: <https://doi.org/10.36074/scientia-24.01.2025>. URL: <https://repo.btu.kharkiv.ua/server/api/core/bitstreams/366b3409-7bfb-44ce-ac2c-7b4b6f0f5d47/content>.
2. Dreval, Y., Zaika, S., Tešovič, R., & Patoprstý, M. (2025). The activities of the International Labour Organization in the context of achieving the sustainable development goals. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 12(3), 304-314. DOI: <https://doi.org/10.9770/w8296472988>.
3. Dreval, Yu. D., Zaika, S. O., Sharovatova, O. P., Bryhada, O. V., & Tsymbal, B. M. (2020). Fundamental principles of activity of international labour organization in occupational safety and hygiene. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 6, 89-95. DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-6/089>.
4. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). (2023). *Occupational safety and health in Europe: state and trends 2023*. Retrieved from <https://www.myosh.com/news/eu-oshareveals-latest-trends>.
5. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). (2023). *Digitalisation of work*. Retrieved from <https://osha.europa.eu/en/themes/digitalisation-work>.
6. International Labour Organization (ILO). (2025). *Revolutionizing health and safety: Report*. Retrieved from https://www.ilo.org/sites/default/files/2025-04/ILO_Safeday25_Report_r8%2B%282%29%20FULL%20%281%29.pdf.

7. International Labour Organization. (2024). *Safety and health at the heart of the future of work: Building on 100 years of experience*. Geneva: ILO. Retrieved from <https://www.ilo.org/topics-and-sectors/safety-and-health-work>.
8. Kadir, A., Rahman, N., & Hussin, H. (2024). Sustainability and occupational health management: A systematic review. *Safety Science*, 176, 106312. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106312>.
9. Urzì Brancati, M. (2024). Digital technologies at work and psychosocial risks: Evidence and implications for occupational safety and health. *Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work, Publications Office of the European Union*. DOI: <https://doi.org/10.2802/0488296>.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕННЯ ТА ПЕРСОНАЛУ ЯКІСНОЮ ПИТНОЮ ВОДОЮ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ: ВИКЛИКИ, РІШЕННЯ ТА СТРАТЕГІЧНІ ПРІОРИТЕТИ

*Компанієць Д. А., студ. (гр. ЛЕ-21, ФАПЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Праховнік Н. А., к.т.н., доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. У тезі проаналізовано критичну проблему забезпечення якісною питною водою населення та персоналу, залученого до ліквідації наслідків, в умовах надзвичайних ситуацій (НС), зокрема військових дій. На основі Указу Президента України №111/2021 Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 23 березня 2021 року «Про виклики і загрози національній безпеці України в екологічній сфері та першочергові заходи щодо їх нейтралізації» та позиції Уповноваженого Верховної Ради України з прав людини щодо проблем водозабезпечення в умовах війни, визначено ключові виклики. Обґрунтовано необхідність комплексних, багаторівневих рішень: від децентралізації водопостачання та захисту критичної інфраструктури до впровадження мобільних систем доочищення. Сформульовано стратегічні пріоритети для підвищення стійкості систем і гарантування життєво важливої потреби людини в НС.

Ключові слова. Якісна питна вода, надзвичайна ситуація, критична інфраструктура, екологічна безпека, водопостачання, воєнний стан, децентралізація, моніторинг.

Abstract. The thesis analyzes the critical issue of providing high-quality drinking water to the population and personnel involved in emergency response, particularly in military operations. Based on Presidential Decree No. 111/2021 "On the Decision of the National Security and Defense Council of Ukraine of March 23, 2021, "On Challenges and Threats to Ukraine's National Security in the Environmental Sphere and Priority Measures to Neutralize Them" and the position of the Ukrainian Parliament Commissioner for Human Rights on water supply issues in wartime, key challenges have been identified. The need for comprehensive, multi-level solutions has been substantiated: from decentralization of water supply and protection of critical infrastructure to the introduction of mobile post-treatment systems. Strategic priorities have been formulated to increase the resilience of systems and ensure the vital human need for water supply.

Keywords. High-quality drinking water, emergency situation, critical infrastructure, environmental safety, water supply, martial law, decentralization, monitoring.

Вступ. Право на безпечну питну воду є одним із фундаментальних прав людини і ключовою умовою збереження життя та здоров'я, що набуває критичного значення в умовах надзвичайних ситуацій та збройних конфліктів. Порушення функціонування систем централізованого водопостачання внаслідок бойових дій або катастроф створює пряму загрозу національній безпеці та

гуманітарну кризу. Ефективне та безперебійне забезпечення якісною водою цивільного населення, а також персоналу (військових, рятувальників, медиків), є стратегічним завданням держави, що потребує негайної уваги та системних рішень.

Аналіз стану питання. Аналіз сучасного стану питання свідчить про глибоку кризу у сфері водозабезпечення в умовах війни, що підтверджується офіційними джерелами: встановлено, що в Україні існує високий рівень ризиків для здоров'я населення, зумовлений значним забрудненням довкілля та техногенним навантаженням. Надзвичайні ситуації (зокрема воєнні дії) критично загострюють ці ризики, призводячи до хімічного, мікробіологічного та радіаційного забруднення водних ресурсів. Проблеми водозабезпечення в умовах війни масові пошкодження та руйнування критичної інфраструктури (водозабірні споруди, очисні станції, магістральні водогони) призвели до припинення централізованого водопостачання на значних територіях. Це вимагає вжиття невідкладних заходів для захисту права громадян на доступ до чистої води, включаючи залучення міжнародної допомоги та впровадження альтернативних джерел.

Фізичне руйнування 70-80% об'єктів водопостачання у постраждалих регіонах. Забруднення поверхневих і підземних вод продуктами війни та скидами. Логістичні труднощі доставки бутильованої води та мобільних засобів очищення.

Метою роботи. Є розробка та обґрунтування комплексу організаційно-технічних заходів, спрямованих на підвищення стійкості та надійності системи забезпечення населення та персоналу якісною питною водою в умовах надзвичайних ситуацій (зокрема, воєнного стану) на основі аналізу існуючих загроз і рекомендацій органів державної влади.

Методики, матеріали і результати дослідження. Дослідження базується на системному аналізі загроз і ризиків, порівняльному аналізі нормативно-правової бази (зокрема, Указу Президента) та експертних доповідей а також методі моделювання для оцінки ефективності децентралізованих рішень. Обґрунтовано стратегію децентралізації доведено, що для подолання вразливості централізованих систем необхідне масштабне будівництво захищених бюветів (з артезіанських свердловин) та забезпечення їх автономним живленням (резервні генератори). Необхідність формування регіональних запасів мобільних, швидкокорозгортаних станцій доочищення (на базі ультрафільтрації та зворотного осмосу) для оперативного реагування на забруднення та забезпечення потреб персоналу на передовій. Встановлено, що в умовах НС критично важливим є безперервний лабораторний контроль якості води з усіх альтернативних джерел для запобігання спалахам інфекційних захворювань.

Висновки. Забезпечення населення та персоналу якісною питною водою в умовах НС є критичною складовою національної безпеки. Необхідно терміново інтегрувати заходи із захисту критичної водної інфраструктури до вищих пріоритетів безпекового та оборонного планування. Основним шляхом

підвищення стійкості є створення мережі локальних, автономних джерел (бюветів), що мають подвійне живлення та фізичний захист. Має бути створений національний резерв мобільних систем доочищення, здатних швидко трансформувати будь-яку воду до питної якості, особливо для забезпечення життєдіяльності військового та рятувального персоналу.

Література

1. Указ Президента України від 23 березня 2021 року № 111/2021 «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 23 березня 2021 року «Про виклики і загрози національній безпеці України в екологічній сфері та першочергові заходи щодо їх нейтралізації»
<https://www.rnbo.gov.ua/ua/Ukazy/316.html>.

2. Забезпечення населення якісною питною водою в умовах війни: проблеми та рішення / Повідомлення Уповноваженого Верховної Ради України з прав людини [Електронний ресурс]. – 2022.
https://ombudsman.gov.ua/news_details/zabezpechennya-naselennya-yakisnoyu-pitnoyu-vodoyu-v-umovah-vijni-problemi-ta-rishennya

ОСОБЛИВОСТІ КОМБІНОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ МЕТОДІВ DELPHI ТА АНР ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Кружилко О. Є., д-р. техн. наук, проф. (каф. БПОД ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»);

Струналь В. М., Шилкін А. С., студ. (гр. БП-24-1М ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»);

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

Анотація. Розглянуто підхід до удосконалення процесу планування заходів з безпеки праці шляхом комбінованого використання експертних методів Delphi та АНР. Обґрунтовано доцільність застосування цих методів за умов невизначеності та/або нестачі статистичних даних. Запропоновано послідовність дій для проведення експертної оцінки, визначено переваги інтеграції результатів у систему управління охороною праці підприємства відповідно до вимог ISO 45001.

Ключові слова: експертний метод, безпека праці, оперативне планування, промислове підприємство, управлінське рішення.

Abstract. The approach to improving the process of planning occupational safety measures through the combined use of expert methods Delphi and AHP is considered. The feasibility of using these methods under conditions of uncertainty and/or lack of statistical data is substantiated. A sequence of actions for conducting an expert assessment is proposed, and the advantages of integrating the results into the enterprise's occupational safety management system in accordance with the requirements of ISO 45001 are determined.

Keywords: expert method, occupational safety, operational planning, industrial enterprise, management decision.

Вступ. При оперативному плануванні заходів з безпеки праці на промислових підприємствах достатньо часто виникає проблема: відсутність повних кількісних даних для однозначного вибору заходів. Це пояснюється тим, що виробничі ризики мають суттєву якісну складову, контекст кожного підприємства – унікальний, а наслідки можуть бути багатовимірними. У таких умовах структуроване залучення експертного знання (expert judgment, expert elicitation) стає ключовим інструментом для обґрунтованого прийняття рішень, пріоритизації заходів і планування витрат. Існуючі підходи до експертних оцінок (Delphi-метод, метод аналізу ієрархій (АНР), fuzzy-АНР, Cooke's Classical Model) дозволяють формалізувати знання експертів, кількісно представити невизначеність та отримати агреговані, документовані пріоритети для програм зі зниження ризиків. Саме така комбінація методик дає можливість перейти від інтуїтивного до системного та підзвітного підходу в забезпеченні безпеки праці.

Аналіз стану питання. Системи управління охороною праці на сучасних промислових підприємствах все частіше орієнтуються на ризик-орієнтований

підхід, який передбачає: ідентифікацію небезпечних факторів, оцінку ризику, впровадження заходів і моніторинг їх ефективності. Однак, на практиці, у багатьох ситуаціях виникає дефіцит об'єктивних даних (наприклад, статистики по відмовах обладнання, інцидентів з людським фактором, параметрів технологічних процесів). У таких випадках експертні методи стають незамінними. Наприклад, у дослідженнях останніх років доведено, що комбінація Delphi + АНР є ефективним методом для вибору пріоритетних заходів у різних сферах ризик-менеджменту. Delphi застосований для виділення ризик-факторів, а потім АНР – для їх оцінки та ранжування [1, 2]. У контексті системи управління охороною праці методика Delphi + АНР дозволяє залучити групу експертів для отримання консенсусу та одночасно отримати кількісне ранжування заходів. Крім того, коли судження експертів мають нечіткий характер (наприклад, вплив людського фактора, складність впровадження), застосування fuzzy-версій підходу (fuzzy-АНР) додатково підвищує точність. Таким чином, комбіноване використання експертних методів стає особливо актуальним саме для оперативного планування заходів з безпеки праці – коли необхідно швидко обрати пріоритети й виділити ресурси, а повної статистики немає.

Мета роботи – розкрити особливості комбінованого використання експертних методів (Delphi + АНР, при потребі їх розширень) для оперативного планування заходів з охорони праці.

Методики, матеріали і результати досліджень. У дослідженні запропоновано універсальну процедуру застосування комбінованих експертних методів, яка складається з кількох ключових етапів:

1. Формулювання мети і завдань експертизи. Наприклад: «Сформувати множини та відібрати з неї 10 заходів для зниження ризику травматичних подій у цеху Х з обмеженим бюджетом Y». Визначаються горизонти: коротко-, середньо-, довгострокові.

2. Підбір і залучення експертів. Комбінування внутрішніх фахівців (технологи, майстри, інженери з ОП) і зовнішніх (галузеві консультанти, науковці). Рекомендовано не менше 7–8 експертів для Delphi/АНР.

3. Підготовка інформаційного пакету. Експертам надають: статистику інцидентів, опис технологічного процесу, альтернативні заходи, критерії оцінювання (наприклад: ефективність зниження ризику, вартість, легкість впровадження, вплив на продуктивність, сумісність із ISO 45001). Визначаються шкали: 1–9 для АНР, лінгвістичні шкали для fuzzy-методів.

4. Проведення експертної сесії / опитування.

Delphi: письмові раунди (2-4) анонімно; після кожного раунду експертам передається зведення відповідей (без імен), вони можуть переглянути або відкоригувати свої судження, поки не досягнуть прийнятного консенсусу.

АНР: експерти здійснюють парні порівняння критеріїв і альтернатив, потім обчислюються ваги критеріїв та ранжування альтернатив.

5. Обробка оцінок і агрегування.

У Delphi-етапі аналізується динаміка раундів, виявляються зони розбіжностей, за потреби проводиться фокус-інтерв'ю із зовнішніми стейкхолдерами.

У АНР-етапі: перевірка узгодженості ($CR \leq 0,10$ прийнятно). У методі АНР важливо не лише отримати ваги критеріїв, а й перевірити, наскільки узгоджені судження експертів. Для цього використовують три індекси: CI (Consistency Index, індекс узгодженості); RI (Random Index, випадковий індекс); CR (Consistency Ratio, коефіцієнт узгодженості).

6. Перетворення результатів у проект заходів. За результатами ранжування формують програму заходів: визначають пріоритети (заходи 1-N), бюджетні оцінки, календарні терміни, відповідальних осіб. Розробляються KPI: кількість нещасних випадків на 100 працівників, % виконання заходів, показник загальної безпеки.

7. Валідація та моніторинг. Через 6-12 місяців проводиться перегляд, оцінка ефективності заходів, коригування пріоритетів через повторну експертизу (раунд Delphi або доповнення АНР-оцінок).

Результати. Практичне впровадження такого підходу дозволяє швидко отримати узгоджені пріоритети заходів з безпеки, документовані дані для планування бюджету й термінів, зменшити ризик суб'єктивності, підвищити прозорість процесу. Систематичний огляд показує, що поєднання Delphi + АНР стає «найбільш застосовним інструментом» у багатьох галузях для пріоритизації ризиків та заходів.

Інтеграція результатів експертних оцінок у систему менеджменту охорони праці відповідно до вимог ISO 45001:2018 значно підвищує їхню практичну цінність і ефективність управлінських рішень. Самі по собі результати експертних методів (Delphi, АНР тощо) мають аналітичний характер, однак лише вбудування їх у діючі процеси системи менеджменту (політику, реєстри ризиків, планування заходів, моніторинг та аналіз ефективності) дозволить забезпечити реальне використання отриманих висновків. ISO 45001 вимагає, щоб організація системно ідентифікувала небезпеки, оцінювала ризики та можливості, а також упроваджувала заходи з їхнього контролю. Експертні методи надають формалізовану, прозору і документовану основу для таких оцінок, що підвищує достовірність і прийнятність управлінських рішень. Крім того, інтеграція забезпечує безперервність циклу PDCA: експертні оцінки використовуються для планування, реалізації, перевірки та вдосконалення системи охорони праці, сприяючи її адаптивності, відповідності аудиторам і сталому розвитку підприємства.

Висновки. Комбіноване використання експертних методів, зокрема Delphi і АНР, у контексті оперативного планування заходів з охорони праці дозволяє поєднати переваги кожного підходу: Delphi забезпечує консенсус експертів у складних умовах невизначеності, а АНР надає кількісне ранжування альтернатив за чітко визначеними критеріями. За умови дотримання процедур (визначення мети, підбір експертів, підготовка даних, перевірка узгодженості) підприємство

може отримати ефективний інструмент для прийняття управлінських рішень у сфері ОП. Разом з тим, важливо враховувати, що якість результатів залежить від компетентності експертів, якості підготовки інформаційного пакету та прозорості агрегування оцінок. Інтеграція результатів у систему менеджменту ОП, наприклад із відповідністю стандарту ISO 45001, підвищує практичну цінність. Отже, застосування комбінованих експертних методів є обґрунтованою стратегією для зміцнення культури безпеки та оптимізації ресурсів на підприємстві.

Література

1. Khan M.R., Alam M.J., Tabassum N., Khan N.A. A Systematic Review of the Delphi–AHP Method in Analyzing Challenges to Public-Sector Project Procurement and the Supply Chain: A Developing Country’s Perspective. *Sustainability*. 2022;14(21):14215. URL: https://www.mdpi.com/2071-1050/14/21/14215?utm_source=chatgpt.com
2. Lamii N., Bentaleb F., Fri M., Mabrouki C., Semma E. Use of DELPHI-AHP Method to Identify and Analyze Risks in Seaport Dry Port System. *Transactions on Maritime Science*. 2022;11(1):185-206. URL: https://www.toms.com.hr/index.php/toms/article/view/468?articlesBySimilarityPage=2&utm_source=chatgpt.com

МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПРОГРАМНОМУ МОДУЛІ «HYSPLIT»

*Кружилко О. Є., д.т.н., с.н.с., проф. (каф. БПОД ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»);*

*Чеберячко Ю. І., д.т.н., проф. (каф. ОПЦБ НТУ «ДП» України); (каф. БПОД ТОВ
«ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»);*

Шапошникова Е. С., студ. (гр. ЦБ-25-1 ІІІ, каф. ОПЦБ НТУ «ДП» України)

Анотація. Проаналізовано її можливості для прогнозування переміщення повітряних мас, врахування хімічних перетворень, турбулентної дифузії та сухого й вологого осадження, з акцентом на аналіз аварій, поширення вулканічного попелу та ідентифікацію джерел забруднення. Визначено ключові аспекти використання метеорологічних даних (GFS, ECMWF, WRF) та алгоритмів моделі, включаючи вибір типів траєкторій і коригування параметрів. Наведено результати моделювання зворотних траєкторій та оцінку впливу рельєфу й метеоумов.

Ключові слова: HYSPLIT, атмосферне моделювання, радіоактивне забруднення, зворотні траєкторії, метеорологічні дані.

Abstract. The article examines the capabilities of the HYSPLIT model, developed in 1998 by NOAA and the Australian Bureau of Meteorology, for predicting the movement of air masses, accounting for chemical transformations, turbulent diffusion, and both dry and wet deposition, with a focus on analyzing accident scenarios, the spread of volcanic ash, and the identification of pollution sources. Key aspects of utilizing meteorological data (GFS, ECMWF, WRF) and the model's algorithms, including the selection of trajectory types and parameter adjustments, are outlined. The results of modeling backward trajectories and assessing the impact of terrain and meteorological conditions are presented.

Keywords: HYSPLIT, atmospheric modeling, radioactive contamination, backward trajectories, meteorological data.

Вступ. Гібридна модель HYSPLIT [1], розроблена в 1998 році NOAA та Австралійським бюро метеорології, є потужним інструментом для моделювання траєкторій руху та розсіювання забруднювачів, радіоактивних речовин і аерозолів в атмосфері. Вона поєднує Лагранжевий і Ейлерів підходи, що дозволяє прогнозувати переміщення повітряних мас, враховувати хімічні перетворення, турбулентну дифузію, а також сухе й вологе осадження. Модель широко застосовується для аналізу аварій, прогнозування поширення вулканічного попелу та визначення джерел забруднення.

Аналіз стану питання. HYSPLIT використовує метеорологічні дані (GFS, ECMWF, WRF) для точного моделювання атмосферних процесів. Алгоритм передбачає вибір типу траєкторії (нормальна, ансамблева, матрична), врахування метеоданих і коригування параметрів моделі [1,2]. Ансамблевий підхід дозволяє оцінити варіабельність траєкторій, а частотний аналіз виявляє аномалії, що є

критичним для прогнозування ризиків і реагування на надзвичайні ситуації. Розсіювання залежить від обраного профілю дифузії, зсуву вітру і деформації вітрового поля. Концентрації рахуються або як точкові, або середні в клітинках для частинок. Є три режими: матриця траєкторій, ансамбль траєкторій і частота траєкторій. Для розрахунків використовують метеодані на сітці, як GFS чи ECMWF, і модель може переходити з дрібної сітки на грубу.

Мета дослідження. Метою є аналіз можливостей моделі розсіювання «HYSPLIT» для визначення алгоритму для моделювання руху траєкторій повітряних мас, з урахуванням джерел забруднення, рельєфу й метеоумов.

Методики, матеріали і результати досліджень.

Модель дозволяє обчислювати траєкторії руху забруднювачів, радіоактивних речовин чи аерозолів, прогнозувати їх переміщення та розсіювання, а також моделювати хімічні перетворення, сухе й вологе осадження та турбулентну дифузію. Для цього потрібно скористатися наступним алгоритмом.

Алгоритм розрахунку

1. Обираємо тип траєкторії (Normal Matrix, Ensemble, Frequency)
2. Врахування метеоданих та врахування «ансамблю» траєкторій (рис.1).

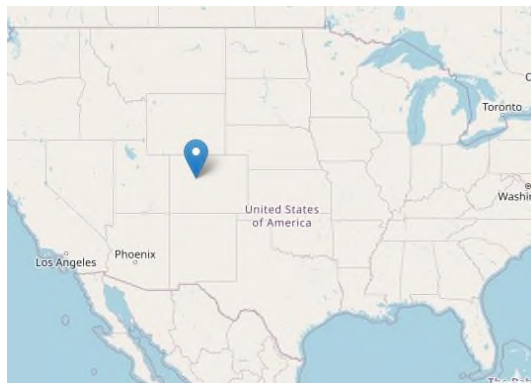


Рис. 1. Визначення координат для дослідження

3. Коригування вхідних параметрів моделі

The screenshot displays the HYSPLIT model interface, divided into two main sections: 'Параметри моделі' (Model Parameters) and 'Параметри відображення' (Display Parameters).

Параметри моделі (Model Parameters):

- Напрямок траєкторій:** Вперед (Forward), Назад (Змінити час початку за замовчуванням) (Back (Change start time by default)).
- Вертикальний рух:** Модель вертикальної швидкості (Vertical velocity model), Ізобарична (Isobaric), Центроній (Centroni).
- Час початку (UTC):** Поточний час: 07:19. Fields for month (25), day (18), year (27), and hour (22).
- Загальний час роботи (години):** 64.
- Починайте нову траєкторію кожні:** 0 год. Максимальна кількість траєкторій: 24.
- Початкова широта 1 (градуси):** 39.368279.
- Початкова довгота 1 (градуси):** -106.699219.
- Початкова широта 2 (градуси):** [empty]
- Початкова довгота 2 (градуси):** [empty]
- Початкова широта 3 (градуси):** [empty]
- Початкова довгота 3 (градуси):** [empty]
- Автоматично висота середнього граничного шару? Перезаписувати налаштування нижче.** [Так/Немає]
- Висота 1 рівня:** 250 метрів AGL / метрів над рівнем моря.
- Висота 2-го рівня:** 500.
- Висота 3-го рівня:** 750.

Параметри відображення (Display Parameters):

- Вигід контурів у ГІС?** Жадан, Google Планета Земля (клас), Шейп-файл ГІС.
- Наведені нижче параметри застосовуються лише до результатів у форматах GIF, PDF та PS (не до Google Планета Земля).**
- Роздільна здатність графіків (dpi):** 96.
- Коефіцієнт масштабування:** 70.
- Проекція схемат:** За замовчуванням, Поларний, Ганберт, Меркатор.
- Одиниці висоти вертикальної ділянки:** Тисок, Лямбдинги AGL, Тета.
- Інтервал між:** 1 година, 6 годин, 12 годин, 24 години.
- Побудувати кольорові траєкторії?** Так/Немає.
- Використовувати однакові кольори для кожного джерела?** Так/Немає.
- Символ розташування джерела графіка?** Так/Немає.
- Накладання кола відстані:** Жадан, Так/Немає.
- Кордон округів США?** Так/Немає.
- Файл постскриптума?** Так/Немає.
- PDF-файл?** Так/Немає.
- Побудувати метеорологічне поле вздовж траєкторії?** Так/Немає.
- Вивантаження метеорологічних даних вздовж траєкторії:** Висота місцевості (м), Потенціальна температура (K), Температура поверхневого середовища (K), Кількість опадів (мм на годину), Глибина зливу (м), Відносна вологість (%), Потік сонячного випромінювання, спрямований вітер (Br/n**2).

Рис. 2. Приклади введення граничних параметрів моделі

Інтеграція просторово-часової мінливості вітру в моделях значно підвищує точність прогнозів, особливо в нестаціонарних атмосферних умовах, де вертикальні градієнти швидкості та напрямку вітру впливають на траєкторії частинок. У HYSPLIT це реалізовано через інтерполяцію метеоданих, дозволяючи враховувати турбулентність і деформацію поля. Для систем екологічного моніторингу та аварійного реагування на радіаційні забруднення. Наприклад, без такого врахування прогнози недооцінюють ризики, як у випадках тестів ядерної зброї чи аваріях, де нестабільність атмосфери призводить до помилок у оцінці доз опромінення [2].

4. Оцінка результатів розрахунку (рис. 3)

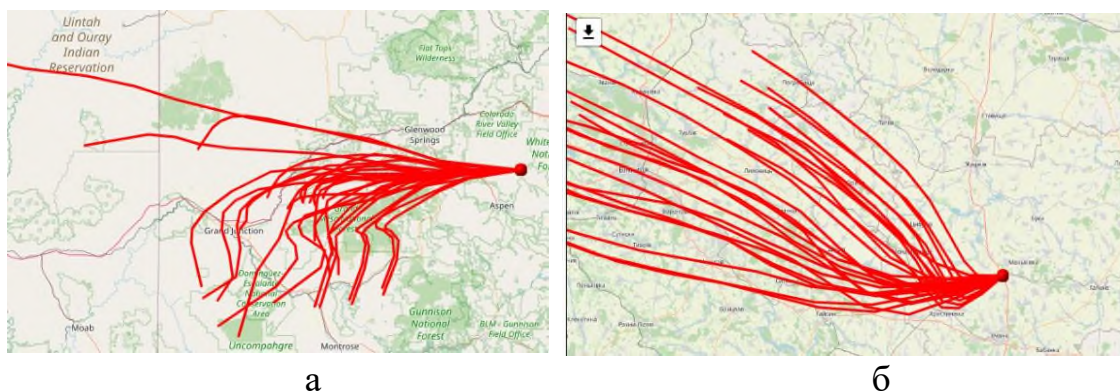


Рис. 3. Приклади отриманих результатів розрахунку моделі HYSPLIT

Обговорення. Результати ілюструють моделювання зворотних траєкторій за моделлю HYSPLIT, які показують можливі джерела повітряних мас. На рис 3 а зосереджений на регіоні Колорадо (США),: численні траєкторії розходяться на захід і північний захід, охоплюючи гірські райони, з петлеподібними шляхами, що вказують на локальну рециркуляцію повітря через складний рельєф та можливе накопичення забруднювачів від місцевих джерел, таких як лісові пожежі чи пил. На рис 3 б наведено траєкторії переважно прямолінійні, сходяться з північного заходу через Україну та Польщу, демонструючи траєкторії розсіювання повітряних мас без значної локальної циркуляції, що типове для рівнинної місцевості та може вказувати на перенесення забруднень від віддалених джерел, включаючи промислові викиди. Результати підкреслюють вплив рельєфу на характер траєкторій: гірські райони сприяють рециркуляції, тоді як рівнини – прямолінійному руху. HYSPLIT ефективно ідентифікує джерела забруднення, враховуючи метеоумови та локальні особливості. Обмеження моделі можуть бути пов'язані з точністю вхідних метеоданих і складністю прогнозування в умовах турбулентності. Результати показують значну залежність прогнозованого накопиченого осадження від вхідних метеоданих та параметризації джерела. Симуляція добре відтворила просторову структуру забруднення України з надійними статистичними оцінками, хоча не всі локальні максимуми були чітко захоплені.

Висновки. HYSPLIT є універсальним інструментом для моделювання атмосферних процесів, що дозволяє точно прогнозувати траєкторії та джерела забруднення. Результати підтверджують її ефективність у різних географічних умовах, що робить модель незамінною для екологічного моніторингу та реагування на надзвичайні ситуації. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення врахування турбулентної дифузії та інтеграцію нових метеоданих.

Література

1. Stein, AF, Draxler, RR, Rolph, GD, Stunder, BJB, Cohen, MD, та Ngan, F., (2015). Система моделювання атмосферного переносу та розсіювання HYSPLIT NOAA, Bull. Amer. Meteor. Soc., 96 , 2059-2077, <http://dx.doi.org/10.1175/BAMS-D-14-00110.1> 
2. Rolph, G., Stein, A., та Stunder, B., (2017). Застосування та система відображення даних про навколишнє середовище в режимі реального часу: READY. Environmental Modelling & Software, 95 , 210-228, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.06.025>  .
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815217302360>) 

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ УМОВ ПРАЦІ

Лазаренко В. В., Максимчук В. С., студ. (гр. ХК-21, ХТФ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. У роботі розглянуто можливості використання технологій штучного інтелекту для моніторингу умов праці на підприємствах. Проаналізовано сфери застосування інтелектуальних систем у галузях, де забезпечення безпечних умов праці є критичним. Розглянуто можливості інтегрування машинного навчання, нейронних мереж та сенсорних систем у комплексні платформи моніторингу виробничого середовища. Показано, що використання даних технологій сприятиме швидшому виявленню відхилень від зазначених норм для мікроклімату, рівнів шуму та можливості оцінювати поточні та потенційні ризики.

Ключові слова: штучний інтелект, охорона праці, безпека, моніторинг, умови праці.

Abstract. The paper considers the possibilities of using artificial intelligence technologies to monitor working conditions at enterprises. The areas of application of intelligent systems in industries where ensuring safe working conditions is critical are analysed. The possibilities of integrating machine learning, neural networks and sensor systems into comprehensive production environment monitoring platforms are considered. It is shown that the use of these technologies will facilitate faster detection of deviations from specified standards for microclimate and noise levels and enable assessment of current and potential risks.

Keywords: artificial intelligence, occupational health and safety, security, monitoring, working conditions.

Вступ. У ХХІ столітті неможливо ігнорувати технологічний прогрес та переваги його використання. Одним з таких досягнень є штучний інтелект який повністю інтегрувався у повсякденне життя. Маючи такий спектр можливостей застосування було б недоречно ігнорувати його переваги адже сучасні виробництва стрімко впроваджують автоматизацію у технологічні процеси, що вимагають постійного контролю та аналізу можливих ризиків. На жаль традиційні методи контролю такі як періодичні вимірювання чи інспекції не забезпечують оперативного реагування на змін умов праці.

Аналіз стану питання. Сучасна концепція безпеки праці ґрунтується на принципах проактивного управління ризиків, що у свою чергу передбачає збирання, аналіз і прогнозування даних стосовно стану робочого середовища в реальному часі. На жаль традиційні методи контролю за рівнем шуму, температури, концентрації шкідливих речовин не забезпечують бажаної точності й швидкого реагування на зміни виробничих умов [1]. Через це в останні роки зростає зацікавленість до цифровізації системи охорони праці, де однією з ключових ролей буде штучний інтелект.

Згідно з даними Міжнародної організації праці (ILO, 2023) і Європейського агентства з безпеки та гігієни праці (EU-OSHA), впровадження інтелектуальних систем моніторингу може зменшити кількість виробничих травм на 20–40 % завдяки автоматичному виявленню небезпечних ситуацій та своєчасному інформуванню персоналу [2]. У країнах ЄС такі технології активно впроваджуються у межах концепції “Smart Factory” де сенсорні мережі, алгоритми машинного навчання та нейронні моделі забезпечують адаптивний контроль умов праці. Важливим кроком до стандартизації процесів моніторингу стало впровадження міжнародного стандарту ISO 45001:2018 “Occupational Health and Safety Management Systems”, який передбачає використання цифрових рішень для оцінки ризиків і безперервного вдосконалення систем управління охороною праці. Крім того, у 2024 р. Європейський Союз ухвалив Регламент (ЄС) 2024/1689 “EU AI Act”, який визначає принципи безпечного та етичного застосування ШІ, зокрема у сфері моніторингу безпеки праці [3].

Метою роботи є оцінка ефективності застосування технологій штучного інтелекту для моніторингу умов праці та можливості практичних напрямків для їх впровадження у систему управління охорони праці на підприємствах різноманітних галузей.

У ході порівняльного аналізу ефективності традиційних і інтелектуальних систем моніторингу умов праці було розглянуто такі показники як: оперативність реагування, точність вимірів, повнота охоплення параметрів середовища, прогноз ризиків.

Для аналізу було використано результати міжнародних досліджень: звіт EU-OSHA (2022) показав скорочення часу реагування на відхилення у 3–4 рази [4]; звіт ILO (2025) – зменшення травматизму на 20–40 % і підвищення точності оцінки ризиків на 25–30 % [5]; огляд Bousdekis et al. (2022) зафіксував середню точність алгоритмів 89–94 % у прогнозуванні небезпечних ситуацій [6]; дослідження Hozdić (2016) визначило концепцію Smart Factory як базову платформу для інтеграції ШІ у системи безпеки праці [7].

Таблиця 1.

Порівняння ефективності систем моніторингу умов праці

Показник	Традиційні методи контролю	Інтелектуальні системи на базі ШІ
Тип збору даних	Періодичні заміри вручну (1–3 рази на тиждень)	Безперервний збір даних із сенсорів у реальному часі
Оперативність реагування	20–30 хв після фіксації перевищення	5–7 хв (автоматичне попередження)
Точність оцінки параметрів	70–75 %	92–94 %

Можливість прогнозування ризиків	Відсутня	Можлива (на основі трендів зміни параметрів)
Вплив людського фактору	Високий	Мінімальний
Повнота охоплення факторів середовища	Обмежена (2–3 параметри)	Комплексна (до 10 параметрів одночасно)
Витрати часу персоналу	6–8 год на день	1–2 год
Відповідність стандартам ISO 45001:2018	Часткова	Повна

На основі отриманих даних було побудовано таблицю для порівняння ефективності традиційних методів контролю умов праці та інтелектуальних систем, побудованих на основі технологій штучного інтелекту. У традиційних підходах збір інформації здійснюється вручну з інтервалом у декілька днів, що створює часові розриви між перевірками й не дозволяє відстежувати динаміку змін. Інтелектуальні системи, натомість, забезпечують безперервний збір даних у реальному часі завдяки сенсорним модулям, які автоматично фіксують усі зміни мікроклімату, шуму чи запиленості, що дозволяє формувати лінійні тренди показників і аналізувати динаміку з високою точністю. За показником оперативності реагування, системи штучного інтелекту реагують у середньому через 5–7 хвилин після фіксації небезпечного відхилення, тоді як традиційні потребують 20–30 хвилин. Точність оцінки параметрів у ручних методів не перевищує 70–75 %, тоді як інтелектуальні алгоритми досягають 92–94 %. На відміну від класичних систем, які лише фіксують перевищення, ШІ має здатність виявляти тенденції до зміни параметрів і попереджати ризики ще до появи небезпечних умов. При цьому вплив людського фактора мінімізується, а обсяг охоплених показників зростає з 2–3 до 8–10 параметрів одночасно. Інтелектуальні системи також дозволяють зменшити витрати часу персоналу з 6–8 год до 1–2 год на день, оскільки більшість процесів автоматизована. Важливо, що вони повністю відповідають вимогам ISO 45001:2018, забезпечуючи цифрове архівування даних і простежуваність усіх вимірювань.

Результати, наведені в табл. 1, свідчать, що впровадження штучного інтелекту підвищує ефективність контролю умов праці в усіх проаналізованих галузях: хімічна промисловість, енергетика, машинобудування, деревообробка. У традиційних системах точність вимірювань становить 68–75 %, що пов'язано з

людським фактором і періодичністю перевірок. Натомість інтелектуальні системи забезпечують 89–94 % точності, завдяки безперервному збору даних і алгоритмічному аналізу.

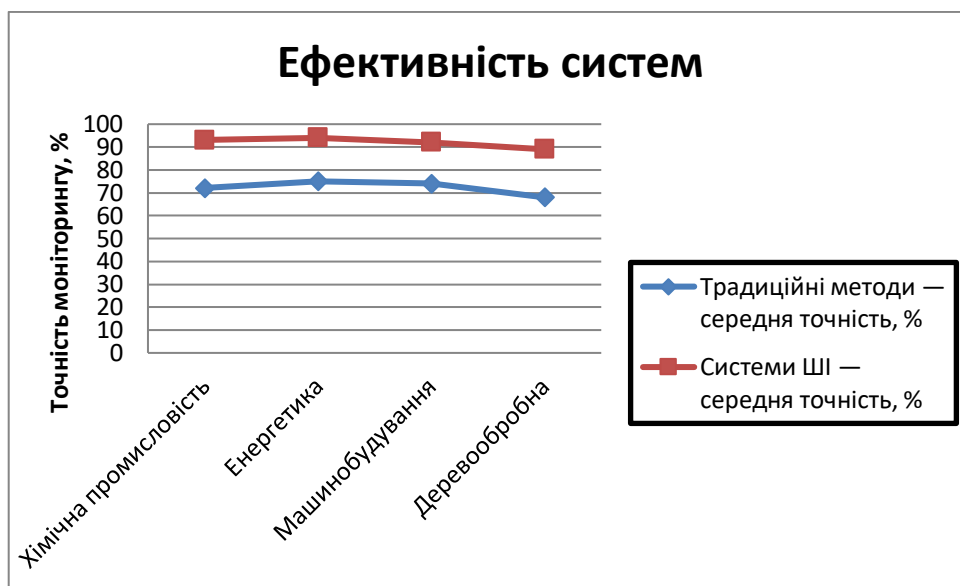


Рис. 1. Ефективність систем

Найвищі показники отримано в енергетичній та хімічній промисловості, де стабільність параметрів середовища дозволяє ШІ ефективно навчатися на великих вибірках даних. Середній приріст точності контролю становить близько 20–25 %, а швидкість реагування на відхилення від норм зростає у 3–4 рази. Це підтверджує, що застосування інтелектуальних систем забезпечує більш повний, оперативний і достовірний моніторинг виробничого середовища.

Висновки. Отримані результати підтверджують високу ефективність застосування технологій штучного інтелекту для моніторингу умов праці. Інтелектуальні системи забезпечують безперервний контроль, скорочення часу реагування у 3–4 рази та підвищення точності оцінки параметрів на 20–25 % порівняно з традиційними методами. Це дозволяє не лише своєчасно виявляти відхилення, а й прогнозувати потенційні ризики.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Полукаров Ю. О. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Література

1. Akyıldız, C. (2023). *Integration of digitalization into occupational health and safety and its applicability: a literature review*. Journal of Occupational Health and Safety Research, 5(2), 45–56. Retrieved from: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3374436>

2. International Labour Organization. *Revolutionizing health and safety: The role of AI and digitalisation at work*. Geneva: ILO, 2025. Available at: https://www.ilo.org/sites/default/files/2025-04/ILO_Safeday25_Report_r8%2B%282%29%20FULL%20%281%29.pdf
3. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). *Smart digital monitoring systems for occupational safety and health: Supporting workplace-level resources for design, implementation and use*. Luxembourg: EU-OSHA, 2022. Available at: https://www.researchgate.net/publication/366581894_Smart_digital_monitoring_systems_for_occupational_safety_and_health_workplace_resources_for_design_implementation_and_use_European_Agency_for_Safety_and_Health_at_Work_-_EU-OSHA
4. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). *Smart digital monitoring systems for occupational safety and health: Supporting workplace-level resources for design, implementation and use*. Luxembourg: EU-OSHA, 2022. Available at: https://www.researchgate.net/publication/366581894_Smart_digital_monitoring_systems_for_occupational_safety_and_health_workplace_resources_for_design_implementation_and_use_European_Agency_for_Safety_and_Health_at_Work_-_EU-OSHA
5. International Labour Organization (ILO). *Revolutionizing health and safety: The role of AI and digitalisation at work*. Geneva: ILO, 2025. Available at: https://www.ilo.org/sites/default/files/2025-04/ILO_Safeday25_Report_r8%2B%282%29%20FULL%20%281%29.pdf
6. Bousdekis, A., Magoutas, B., Apostolou, D. *Artificial Intelligence in Occupational Safety and Health: A Review and Outlook*. *Safety Science*, 2022, Vol. 154, 105873. DOI: 10.1016/j.ssci.2022.105873
7. Hozdić, E. *Smart Factory for Industry 4.0: A Review*. *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*, 2016, Vol. 8(1), pp. 21–27. Available at: https://www.researchgate.net/publication/282791888_Smart_factory_for_industry_40_A_review

РОЛЬ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Лазаренко В. В., студ. (гр. ХК-21, ХТФ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. У тезі розглянуто сучасну роль цивільного захисту у закладах вищої освіти України. Визначено основні напрями діяльності системи безпеки ЗВО, її нормативно-правові засади, практичні аспекти організації навчального процесу з питань цивільного захисту. Проаналізовано стан готовності студентів та персоналу до дій у надзвичайних ситуаціях, а також окреслено шляхи підвищення ефективності підготовки у сфері безпеки життєдіяльності.

Ключові слова: цивільний захист, безпека життєдіяльності, вища освіта, надзвичайна ситуація, готовність, укриття, евакуація.

Abstract. The thesis examines the current role of civil protection in higher education institutions in Ukraine. It identifies the main areas of activity of the higher education institution security system, its regulatory and legal framework, and practical aspects of organising the educational process in civil protection. The state of readiness of students and staff for action in emergency situations is analysed, and ways to improve the effectiveness of training in the field of life safety are outlined.

Keywords: civil protection, life safety, higher education, emergency situation, readiness, shelter, evacuation.

Вступ. Сучасні реалії розвитку українського суспільства характеризуються підвищеним рівнем загроз техногенного, природного та воєнного характеру. Після початку повномасштабної війни в Україні питання безпеки людини набуло особливої ваги, а заклади освіти стали об'єктами, що потребують підвищеного рівня захисту. Саме тому організація системи цивільного захисту у закладах вищої освіти важливою умовою збереження життя та здоров'я учасників освітнього процесу [1, 4].

Цивільний захист у закладах вищої освіти передбачає реалізацію комплексу заходів, спрямованих на попередження, ліквідацію або мінімізацію наслідків надзвичайних ситуацій. Це включає як інженерно-технічні рішення (обладнання укриттів, систем оповіщення, евакуаційних маршрутів), так і освітньо-виховну складову – формування у студентів та працівників знань і практичних навичок дій у кризових ситуаціях [2, 3].

Крім того, система цивільного захисту у ЗВО відіграє важливу роль у формуванні культури безпеки особистості, відповідальності за власне життя та життя інших людей. Вона має інтегруватися у навчальний процес, поєднуючи теоретичну підготовку з практичними тренуваннями та навчаннями.

Отже, актуальність теми дослідження зумовлена необхідністю підвищення рівня готовності закладів вищої освіти до дій у надзвичайних ситуаціях, а також потребою вдосконалення освітніх програм і практичної підготовки у сфері цивільного захисту в умовах сучасних викликів [1–5].

Аналіз стану питання. Відповідно до Кодексу цивільного захисту України [4], заклади освіти зобов'язані здійснювати організаційні, технічні та навчальні заходи з попередження та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. Міністерство освіти і науки України у своїх нормативних документах визначає вимоги щодо створення укриттів, проведення тренувань та забезпечення інформування студентів і працівників [3, 5].

Науковці відзначають, що цивільний захист у вищій школі є не лише інструментом безпеки, а й важливою освітньою складовою, яка формує відповідальність, дисципліну та готовність до дій у кризових умовах [1]. Разом з тим дослідження показують, що не всі заклади мають достатню матеріально-технічну базу та належну підготовку персоналу [2].

Метою дослідження є аналіз сучасного стану організації цивільного захисту в закладах вищої освіти України, визначення ключових проблем та пропозицій щодо підвищення ефективності підготовки студентів і персоналу до дій у надзвичайних ситуаціях.

Методики, матеріали і результати досліджень. У процесі роботи було використано метод аналізу нормативно-правових актів, наукових публікацій і практичних рекомендацій Міністерства освіти і науки України щодо організації цивільного захисту у ЗВО [3, 5]. Дослідження базувалося на порівнянні сучасних підходів до навчання з безпеки життєдіяльності та практики реалізації цих заходів у різних навчальних закладах.

Результати аналізу свідчать, що ефективність цивільного захисту значною мірою залежить від рівня підготовки учасників освітнього процесу, регулярності навчань та доступності укриттів [2, 4]. У закладах, де впроваджено систематичні тренування, рівень готовності студентів і викладачів до дій у надзвичайних ситуаціях вищий на 25–30 % порівняно з тими, де підготовка обмежується теоретичними заняттями.

Важливим результатом є усвідомлення необхідності інтеграції практичного навчання до навчальних програм, створення сучасних навчально-тренувальних центрів та налагодження співпраці між ЗВО і підрозділами ДСНС. Також виявлено потребу у вдосконаленні психологічної підготовки студентів для дій у стресових умовах [1, 2].

Висновки. Роль цивільного захисту у закладах вищої освіти є комплексною та багатогранною. Вона охоплює як організаційно-технічні, так і освітньо-виховні аспекти діяльності. Ефективний цивільний захист забезпечує не лише фізичну безпеку студентів і працівників, а й сприяє формуванню у них відповідального ставлення до суспільних викликів.

Реалізація сучасних програм підготовки з питань безпеки життєдіяльності, удосконалення матеріально-технічної бази, впровадження регулярних навчань і психологічної підтримки дозволяють підвищити рівень готовності ЗВО до надзвичайних ситуацій. Розвиток системи цивільного захисту у сфері вищої освіти є необхідною умовою стабільного функціонування навчальних закладів і запорукою збереження життя, здоров'я та психоемоційної стійкості молоді [1-5].

Література

1. Титаренко В. Цивільний захист здобувачів закладів вищої освіти у реаліях сьогодення. *Витоки педагогічної майстерності*, 2025. DOI: [10.33989/2075-146x.2025.36.339475](https://doi.org/10.33989/2075-146x.2025.36.339475)
2. Маслик В., Філіпенко Н. Освіта — це майбутнє: заклади вищої освіти в умовах воєнного стану. *Пропілеї права та безпеки*, № 5, 2024. <https://nti.khai.edu/ojs/index.php/PLS/article/view/pls.2024.5.12>
3. Міністерство освіти і науки України. Цивільний захист та безпека життєдіяльності. Офіційний вебсайт. 2025. <https://mon.gov.ua/ministerstvo-2/diyalnist/tsivilniy-zakhist-ta-bezpeka-zhittediyalnosti>
4. Кодекс цивільного захисту України. Законодавчий акт України. <https://pidkaminska-gromada.gov.ua/news/1617887710>
5. Нормативно-правове забезпечення викладання предмета «Захист України» у 2024/2025 н. р. Інформаційний довідник. <https://nnd.licey.org.ua/normativnopravovi-dokumenti-13-19-01-22-04-2025>

ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПІД ЧАС ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

Накемній О. К., ст. викл. (кафедра безпеки праці та охорони довкілля, ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»)

Анотація. У статті розглянуто питання зниження ризиків техногенного впливу на довкілля під час виробничих процесів. Проаналізовано основні джерела техногенного навантаження, серед яких викиди в атмосферу, забруднення водних ресурсів та утворення промислових відходів. Визначено, що однією з ключових умов мінімізації негативного впливу виробництва є впровадження систем екологічного менеджменту, використання сучасних технологій очищення викидів і стічних вод, а також перехід до ресурсозберігаючих та безвідходних технологій. Запропоновано комплекс технічних і організаційних заходів, спрямованих на підвищення екологічної стійкості виробничих систем і зменшення ризиків техногенного впливу.

Ключові слова: техногенна безпека, екологічний ризик, охорона праці, виробничі процеси, екологічний менеджмент, сталий розвиток.

Abstract. The article examines the issue of reducing the risks of technogenic impact on the environment during industrial processes. The main sources of technogenic pressure are analyzed, including air emissions, water pollution, and industrial waste generation. It is determined that one of the key conditions for minimizing the negative effects of production is the implementation of environmental management systems, the use of modern air and wastewater treatment technologies, and the transition to resource-saving and zero-waste technologies. A set of technical and organizational measures aimed at improving the environmental sustainability of production systems and reducing the risks of technogenic impact is proposed.

Keywords: technological safety, environmental risk, occupational safety, production processes, environmental management, sustainable development.

Вступ. Сучасні виробничі підприємства є джерелами значного техногенного навантаження на навколишнє природне середовище. Викиди шкідливих речовин, забруднення водних ресурсів і ґрунтів, утворення відходів виробництва створюють ризики для екосистем і здоров'я людей. Зменшення таких ризиків вимагає впровадження новітніх технологій, систем екологічного менеджменту та інтеграції принципів сталого розвитку у виробничу діяльність [1].

Аналіз стану питання. Проблема зниження техногенного навантаження є однією з найактуальніших у системі екологічної та виробничої безпеки. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, понад 40 % загального обсягу забруднень пов'язано з діяльністю промислових підприємств [2]. Наукові дослідження підкреслюють необхідність переходу до превентивної екологічної політики, що базується на запобіганні забрудненню на ранніх стадіях проектування виробництва. У сучасних умовах набувають

актуальності концепції найкращих доступних технологій (НДТ), що спрямовані на скорочення утворення відходів і викидів [3]. Важливою складовою системи управління ризиками є впровадження екологічного менеджменту відповідно до ISO 14001:2018, який забезпечує планування, моніторинг і постійне вдосконалення природоохоронних заходів [4]. Разом з технічними рішеннями суттєву роль відіграє підготовка персоналу, формування корпоративної культури безпеки й екологічної відповідальності.

В умовах зростання обсягів виробництва актуальним стає питання управління екологічними ризиками – ідентифікації, оцінки та зниження їх рівня. Ефективне управління ризиками дозволяє не лише мінімізувати вплив на довкілля, а й підвищити економічну ефективність підприємства через зменшення витрат на ліквідацію наслідків аварій.

Мета роботи: визначення ефективних підходів і технологічних рішень для зниження ризиків техногенного впливу на довкілля у процесі функціонування промислових підприємств.

Методики, матеріали і результати досліджень. Проблема зниження техногенного впливу на довкілля досліджується у працях вітчизняних і зарубіжних авторів [5, 6]. У більшості робіт підкреслюється, що основними джерелами техногенного навантаження є викиди в атмосферу, стічні води та тверді відходи. Для металургійних підприємств характерні високі обсяги пилу, оксидів сірки, азоту та вуглецю. Енергетичний сектор генерує великі обсяги CO₂, тоді як хімічна промисловість становить ризик викиду токсичних сполук, що мають кумулятивний вплив на біосферу.

Згідно з дослідженнями UNEP [7], ключовою тенденцією останніх років є перехід до інтегрованого управління ризиками – поєднання технічних, організаційних і екологічних заходів для мінімізації шкідливого впливу на всіх етапах виробництва. Оцінка ризиків техногенного впливу є ключовим елементом управління екологічною та виробничою безпекою. Її основна мета – визначити потенційні загрози, оцінити рівень небезпеки та запобігти негативним наслідкам для довкілля і здоров'я людей. У світовій практиці застосовуються різні методи аналізу ризиків, серед яких найпоширенішими є HAZOP, FMEA та екологічний аудит. Кожен із них має свої переваги, обмеження та сфери застосування [8]. Порівняльний аналіз наведено в таблиці 1, що демонструє можливості використання різних підходів до екологічної оцінки ризиків. Для обґрунтування вибору методів аналізу екологічних ризиків проведено порівняння їх характеристик.

Метод HAZOP є систематичним підходом до виявлення потенційних відхилень у технологічних процесах, що можуть призвести не лише до аварійних ситуацій, але й до негативних екологічних наслідків. Традиційно цей метод використовують для забезпечення промислової безпеки, однак його універсальність дозволяє ефективно застосовувати його і в екологічному аналізі.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз методів

Критерій	HAZOP	FMEA	Екологічний аудит
Тип оцінки	Якісний, експертний	Кількісно-якісний	Комплексний системний
Етап застосування	Проектування, експлуатація	Проектування, технічне обслуговування	Функціонування підприємства
Основна мета	Виявлення потенційних відхилень	Аналіз можливих відмов	Перевірка екологічної відповідності
Рівень деталізації	Високий	Середній	Загальний
Витрати часу	Високі	Середні	Помірні
Застосування в екологічній оцінці	Опосередковане	Обмежене	Пряме

Основна ідея методу полягає у поетапному дослідженні кожного елемента технологічного процесу із використанням ключових слів (наприклад, більше, менше, ні, інше, зворотне тощо), що допомагають виявити потенційні відхилення від нормальних умов роботи. Для кожного виявленого відхилення визначають можливу причину, наслідки для довкілля, існуючі заходи контролю та пропонують додаткові рішення для зниження ризику.

У сфері екологічної безпеки метод HAZOP доцільно застосовувати:

- для оцінки ризику аварійних викидів небезпечних речовин у повітря або воду;
- при проектуванні систем очищення стічних вод чи газів;
- для аналізу ефективності систем екологічного моніторингу на підприємствах;
- при підготовці оцінки впливу на довкілля (ОВД) на стадії проектування нових виробництв.

Перевагою методу HAZOP у порівнянні з іншими (наприклад, FMEA або What-if Analysis) є його деталізованість і можливість врахування людського фактору, технічних і екологічних параметрів одночасно. Недоліком є потреба у значних витратах часу та залученні експертів з різних галузей, однак саме це забезпечує комплексність оцінки. Застосування HAZOP у системі екологічного менеджменту підприємства дає змогу завчасно виявити потенційні джерела екологічних ризиків, оцінити їхню ймовірність та наслідки, а також розробити ефективні превентивні заходи для запобігання техногенному впливу на довкілля. Тому, поєднання аналітичних методів і принципів екологічного менеджменту створює основу для формування ефективної системи управління екологічними ризиками на промислових підприємствах.

Висновки. У результаті дослідження встановлено, що зниження ризиків техногенного впливу на довкілля під час виробничих процесів є комплексним завданням, яке вимагає одночасного впровадження технічних, організаційних і управлінських рішень. Основними напрямками підвищення екологічної безпеки є використання систем екологічного менеджменту відповідно до стандарту ISO 14001:2018, модернізація технологічного обладнання, застосування найкращих доступних технологій (НДТ) та розвиток культури екологічної відповідальності.

Доведено, що метод HAZOP може ефективно застосовуватись не лише у сфері промислової безпеки, а й для аналізу потенційних екологічних ризиків. Його використання дає змогу ідентифікувати відхилення у технологічних процесах, оцінити їх наслідки для довкілля та сформулювати превентивні заходи щодо мінімізації негативного впливу.

Реалізація запропонованих заходів сприятиме зменшенню рівня техногенного навантаження, підвищенню екологічної стійкості виробничих систем і забезпеченню умов сталого розвитку промислових підприємств. Вважаю доцільним розробити методику кількісної оцінки ефективності впровадження HAZOP у системах екологічного менеджменту.

Література

1. Методи оцінки техногенного впливу на довкілля: навч. посіб. / А.В. Чугай, Т.А. Сафранов. Одеса: Видавець Букаєв Вадим Вікторович, 2021. 118 с.
2. European Environment Agency (EEA). Industrial pollution in Europe. Copenhagen : EEA, 2023. URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/industrial-pollution-in-europe> (дата звернення: 21.10.2025).
3. Найкращі доступні технології та методи управління (НДТМ). Довідковий документ для чорної металургії. URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/03/FMP_D1_web_Ukr.pdf (дата звернення: 23.10.2025)
4. ДСТУ ISO 14001:2015 (2015). Системы экологического управления. Требования и руководства по применению (ISO 14001:2015, IDT). Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. 20.
5. Elsharkawy EE, Sharkawy AA. Environmental risk assessment (ERA). Arch Clin Toxicol. 2025, 7(1), p. 46-50. URL: <https://www.probiologists.com/article/environmental-risk-assessment-era> (дата звернення 29.10.2025).
6. Накемпій О. К., Романь А. М. Оцінка екологічних ризиків від технологічних процесів коксохімічного виробництва. *Проблеми охорони праці в Україні*, 38(1-2), С. 3–8. DOI:10.36804/nndipbor.38(1-2).2022.49-57.
7. UNEP. *Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People* : UNEP, 2019. 520 p. URL: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/27539> (дата звернення 29.10.2025).
8. Examining Risk Priority Numbers in FMEA. URL: <http://www.reliasoft.com/newsletter/2q2003/rpns.htm> (дата звернення 29.10.2025).

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ МЕРЕЖІ ПУНКТІВ НЕЗЛАМНОСТІ В УМОВАХ ДЕФІЦИТУ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ І ПІДГОТОВКА ПЕРСОНАЛУ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

*Тагільцева В. І, студ. (гр. БС-22, ФБМІ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Мітюк Л. О., к.т.н., доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. Розглянуто роль «пунктів незламності» як ключового елементу системи життєзабезпечення населення та цивільного захисту в умовах тривалого воєнного стану. Проаналізовано основні виклики, пов'язані з енергетичною кризою та обмеженими ресурсами. Запропоновано заходи щодо підвищення стійкості функціонування пунктів через оптимізацію використання автономних джерел живлення та стандартизацію навчання оперативного персоналу.

Ключові слова: пункт незламності, цивільний захист, воєнний стан, енергозабезпечення, кризова стійкість, підготовка персоналу, управління ризиками.

Abstract. The role of “invincibility points” as a key element of the population's life support and civil defense system under protracted martial law is considered. The main challenges associated with the energy crisis and limited resources are analyzed. Measures are proposed to increase the stability of these points through the optimization of autonomous power sources and the standardization of operational personnel training.

Keywords: Invincibility point (Punkt Nezlamnosti), civil defense, martial law, energy supply, crisis resilience, personnel training, risk management.

Вступ. Функціонування критичної інфраструктури та забезпечення життєдіяльності населення в умовах воєнного стану вимагає створення та підтримки стійкої системи цивільного захисту. Внаслідок масованих атак на енергетичний сектор України виникла необхідність у створенні універсальних осередків безпеки та підтримки пунктів незламності (ПН), здатних забезпечувати базові потреби населення (зв'язок, тепло, живлення) [1]. Наявність таких осередків має вирішальне значення для запобігання паніці та підтримки соціальної стійкості, проте їх ефективність безпосередньо залежить від підготовки персоналу та надійного енергозабезпечення.

Аналіз стану питання. Створення ПН є новим викликом для української системи цивільного захисту. Аналіз стану питання показує, що значна частина пунктів зіткнулася з проблемами нерівномірного навантаження, швидкого вичерпання палива для генераторів та необхідності постійного моніторингу безпеки. Крім того, не можна виключати людський фактор: персонал, що працює в ПН, часто не має достатньої спеціалізованої підготовки для дій в екстремальних ситуаціях, включаючи медичну допомогу та психологічну підтримку [2]. Саме тому стандартизація організації діяльності ПН та їх матеріально-технічне забезпечення є ключовим завданням цивільного захисту [3].

Мета роботи: проаналізувати управлінські та інженерні виклики при створенні мережі пунктів незламності як елементу системи цивільного захисту, та розробити рекомендації щодо оптимізації їх функціонування в умовах обмеженого енергозабезпечення і підвищення рівня підготовки оперативного персоналу.

Методики, матеріали і результати досліджень. Дослідження проводилося на основі системного аналізу функціонування елементів системи цивільного захисту в умовах військового конфлікту, а також моніторингу відкритих даних щодо організації та матеріально-технічного забезпечення пунктів незламності (ПН). Використовувалися методи структурного моделювання для оцінки стійкості ПН до енергетичних загроз та порівняльно-правовий аналіз для вивчення вимог до підготовки персоналу, викладених у відомчих рекомендаціях та нормативно-правових актах.

1. Оптимізація енергозабезпечення та інженерний захист. Для забезпечення тривалої роботи в умовах дефіциту енергоресурсів, ПН повинні бути оснащені засобами автономної генерації електроенергії (генераторами) та запасами пально-мастильних матеріалів. Оптимальним інженерним рішенням є створення гібридних систем живлення (ГСЖ), що поєднують генератор з акумуляторними батареями та інвертором (наприклад, Fox ESS або SOLAX) [8]. Така система дозволяє зменшити час роботи генератора, мінімізуючи його знос і економічно використовуючи паливо. Також має бути забезпечено достатню кількість мережових подовжувачів, яких повинно вистачати для одночасної зарядки не менше 50 мобільних пристроїв [5]. Окрім цього, слід забезпечити автономне опалення (теплові пушки, твердопаливні котли тощо).

2. Управління потоками та організаційна стійкість. Організація діяльності ПН вимагає чітких протоколів для запобігання перевантаженню та забезпечення безпеки. Управління потоком людей повинно враховувати, що при повному блекауті (відсутність електропостачання, води та опалення більше ніж на добу), ПН можуть працювати цілодобово [7]. Необхідно впровадити системи моніторингу навантаження та мати постійний запас продуктів харчування, твердого палива та медикаментів, списання яких має здійснюватися за рішенням комісії відповідного органу [6]. Для належної роботи пункту також необхідні комплекти освітлення приміщень та вуличні світлові прилади.

3. Підготовка оперативного персоналу. Ефективність ПН безпосередньо залежить від рівня підготовки персоналу. Уніфіковане навчання має охоплювати протоколи дій при пожежі, задимленні та повітряній тривозі, навички надання першої домедичної допомоги, а також психологічну стійкість та методи управління натовпом для попередження паніки.

Висновки. Було проаналізовано ключові виклики та запропоновано комплексні рішення з енергетичної стійкості (ГСЖ) та стандартизації навчання, які доцільно впровадити для підвищення ефективності роботи ПН. Для забезпечення надійної роботи пунктів незламності як життєво важливого елементу цивільного захисту необхідно передбачити заходи, спрямовані на:

створення умов для своєчасної та безперешкодної підтримки населення в умовах тривалого блекауту та захист людей від дії небезпечних факторів, включаючи інженерний захист.

Література

1. Урядовий контактний центр. (2022, 12 грудня). *Порядок організації та функціонування пунктів незламності*. URL: <https://ukc.gov.ua/knowledge/poryadok-organizatsiyi-ta-funktsionuvannya-punktiv-nezlamnosti/>
2. U-LEAD з Європою. (2022, 12 грудня). *Рекомендації щодо створення та організації діяльності пунктів незламності*. URL: <https://u-lead.org.ua/storage/admin/files/9f4d3f53d5e32e9dd9131898296a82b8.pdf>
3. Спікер А. (2022, 29 листопада). *Пункти незламності у закладах освіти. Проблеми та пропозиції*. Освітній Омбудсмен України. URL: <https://eo.gov.ua/punkty-nezlamnosti-u-zakladakh-osvity-problemy-ta-propozytsii/2022/11/29/>
4. Sanlarix. (2025, 3 лютого). *Гібридна безперебійна система FOX ESS 6 кВт – купити в Україні*. URL: <https://sanlarix.com.ua/product/gibrydna-bezperebijna-systema-fox-ess-6kvt/>
5. Урядовий контактний центр. (2022, 12 грудня). *Порядок організації та функціонування пунктів незламності*. URL: <https://ukc.gov.ua/knowledge/poryadok-organizatsiyi-ta-funktsionuvannya-punktiv-nezlamnosti/>
6. U-LEAD з Європою. (2022, 12 грудня). *Рекомендації щодо створення та організації діяльності пунктів незламності*. URL: <https://u-lead.org.ua/storage/admin/files/9f4d3f53d5e32e9dd9131898296a82b8.pdf>
7. Спікер А. (2022, 29 листопада). *Пункти незламності у закладах освіти. Проблеми та пропозиції*. Освітній Омбудсмен України. URL: <https://eo.gov.ua/punkty-nezlamnosti-u-zakladakh-osvity-problemy-ta-propozytsii/2022/11/29/>
8. Sanlarix. (2025, 3 лютого). *Гібридна безперебійна система FOX ESS 6 кВт – купити в Україні*. URL: <https://sanlarix.com.ua/product/gibrydna-bezperebijna-systema-fox-ess-6kvt/>

КІБЕРЗАХИСТ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: ІНТЕГРАТИВНИЙ ПІДХІД

Товстенко Б. К., студ. (гр. БС-23, ФБМІ КПІ ім. Ігоря Сікорського);

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

Анотація. Стаття досліджує взаємозв'язок між кіберзахистом критичної інфраструктури (КІ) та екологічною безпекою в умовах воєнного стану в Україні. Обґрунтовано гібридний характер сучасної агресії, де кібератаки поєднуються з фізичним руйнуванням об'єктів КІ (енергетика, водопостачання, хімічна промисловість), спричиняючи каскадні відмови та екологічні катастрофи [3, 4, 6]. Запропоновано концепцію «еко-кібербезпеки» як інтегративний підхід для забезпечення національної стійкості [3, 5, 7]. Розглянуто основні кіберзагрози (Wiper-малварі, атаки на SCADA/ICS) та їхні наслідки для довкілля, включаючи проблему екоциду [4, 6]. Наголошено на необхідності гармонізації законодавства з Директивою ЄС NIS2 [2] та впровадженні архітектури «Нульової довіри» (Zero Trust) [5] для підвищення стійкості систем. Визначено, що лише інтегративний підхід, який включає правове визнання кібер-екологічних інцидентів та посилену міжвідомчу координацію, є критично важливим для екологічно безпечного відновлення та довгострокової безпеки України.

Ключові слова: кібербезпека, критична інфраструктура, воєнний стан, екологічна безпека, еко-кібербезпека, гібридні загрози, NIS2, екоцид.

Abstract. The article explores the relationship between cyber defense of critical infrastructure (CI) and environmental security during martial law in Ukraine. It substantiates the hybrid nature of modern aggression, where cyber attacks combine with the physical destruction of CI facilities (energy, water supply, chemical industry), causing cascading failures and environmental disasters [3, 4, 6]. The concept of “eco-cybersecurity” is proposed as an integrative approach to ensure national resilience [3, 5, 7]. Key cyber threats (Wiper malware, SCADA/ICS attacks) and their environmental consequences, including the issue of ecocide, are reviewed [4, 6]. The necessity of harmonizing legislation with the EU NIS2 Directive [2] and implementing the Zero Trust Architecture (ZTA) [5] to enhance system resilience is emphasized. It is concluded that only an integrative approach, which includes the legal recognition of cyber-environmental incidents and enhanced inter-agency coordination, is critical for Ukraine's environmentally safe recovery and long-term security.

Keywords: cybersecurity, critical infrastructure, martial law, environmental security, eco-cybersecurity, hybrid threats, NIS2, ecocide.

Вступ. Воєнний стан в Україні докорінно змінив ландшафт національної безпеки, вивівши на перший план гібридні виклики, які поєднують кібератаки та фізичне руйнування об'єктів [1, 5]. Критична інфраструктура (КІ) – це хребет держави, що забезпечує життєво важливі функції суспільства: енергетику, водопостачання, транспорт, фінанси та комунікації. У воєнний час ці об'єкти стають пріоритетними цілями агресора, адже їхнє виведення з ладу здатне

спричинити не лише соціально-економічний колапс, але й катастрофічні екологічні наслідки [4]. Руйнування енергоблоків, нафтобаз, чи, як продемонструвало знищення Каховської ГЕС, гідротехнічних споруд, є актами, що поєднують тероризм, фізичну агресію та екоцид [4, 6].

Аналіз стану питання. Кіберпростір став повноцінним театром військових дій. Під час воєнного стану характер кіберзагроз суттєво змінився: вони стали більш інтенсивними, цілеспрямованими та деструктивними. Атаки спрямовані не просто на викрадення даних чи порушення роботи окремих сервісів, а на фізичне руйнування систем управління промисловими процесами (SCADA, ICS), що безпосередньо призводить до реальних, фізичних наслідків [5]. Головною особливістю є синхронізація кібератак із фізичними обстрілами, що ускладнює відновлення та посилює паніку.

Мета роботи. Акцентуалізація негайного впровадження інтегративного підходу, який базується на юридичному визнанні категорії «кібер-екологічного інциденту», посиленні технологічної інтеграції систем моніторингу (включно з використанням AI/ML для прогнозного моделювання) та безшовному міжвідомчому співробітництві.

Методики, матеріали і результати досліджень. Згідно з аналізом Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України (ДССЗІ), основні кіберзагрози критичній інфраструктурі під час війни включають:

- **Деструктивні атаки (Wiper Malware).** Шкідливе програмне забезпечення, призначене для незворотного знищення даних та виведення з ладу апаратних компонентів. Прикладом залишається вірус «NotPetya», а у воєнний час ці інструменти еволюціонували до більш специфічних, націлених на промислові системи, як, наприклад, вайпери, що маскуються під програми оновлення, компрометуючи ланцюжок поставок (*Supply Chain Attacks*) [5]. Це дозволяє агресору отримати доступ до систем операторів КІ через довірених постачальників програмного забезпечення.

- **Атаки на системи управління технологічними процесами (ICS/SCADA):** Цілями є енергетичні підстанції, системи водоочищення, хімічні заводи. Успішна атака може призвести до вибухів, зупинки виробництва або, що критично для екології, неконтрольованого викиду небезпечних речовин [3, 5]. Особлива небезпека полягає у використанні специфічних TTPs (тактик, технік і процедур), розроблених для маніпуляції фізичними процесами: наприклад, приховане перепрограмування контролерів для створення надлишкового тиску або температури, що призводить до фізичного пошкодження обладнання (як у випадку з атаками на енергетичну систему в 2015-2016 роках) [3, 5].

Обговорення. Необхідне впровадження правового та інституційного підґрунтя захисту. В умовах воєнного стану Україна активізувала гармонізацію свого законодавства з нормами Європейського Союзу, зокрема з Директивою NIS2, що розширює перелік критичних секторів та посилює вимоги до їхнього кіберзахисту [2, 3]. Закон України «Про критичну інфраструктуру» [1] та відповідні підзаконні акти визначили ДССЗІ як уповноважений орган у сфері

захисту КІ. Додатково важливу роль відіграє Національний координаційний центр кібербезпеки (НКЦК) при РНБО, який забезпечує міжвідомчу координацію та формує стратегічні пріоритети [5].

Важливим аспектом є екологічна безпека як невід'ємний компонент критичної інфраструктури. Екологічна безпека у воєнний час перетворюється з питання якості життя на питання виживання нації. Військові дії завдають прямої та опосередкованої шкоди довкіллю, створюючи ризики, які за своєю масштабністю можуть перевищувати збитки від військових втрат [4].

Пряма фізична шкода КІ з екологічними наслідками. Руйнування промислових об'єктів (хімічних заводів, нафтопереробних підприємств) призводить до неконтрольованих викидів токсичних речовин, важких металів та продуктів горіння в атмосферу, ґрунти та водні об'єкти. Катастрофа на Каховській ГЕС (2023) є найяскравішим прикладом [4, 6], коли фізичне руйнування об'єкта критичної інфраструктури спричинило екоцид: затоплення величезних територій, знищення біорізноманіття, забруднення питної води та деградацію сільськогосподарських земель.

Забруднення територій та ґрунтів. Широкомасштабне використання важкої техніки, мінування, вибухи та обстріли руйнують ґрунтовий покрив та екосистеми [6]. Залишки палива, мастильних матеріалів та боеприпасів, що містять токсичні сполуки, проникають у ґрунти та підземні води. Проблема нерозірваних боеприпасів (НБП) та мін є окремою екологічною загрозою, яка перешкоджає проведенню відновлювальних робіт.

Ключовим аргументом на користь інтегративного підходу є те, що кібератаки та екологічні катастрофи є елементами єдиного системного ризику, який визначається як еко-кібербезпека. Цей ризик виникає через каскадні відмови (*cascading failures*), де порушення в одному секторі КІ (наприклад, енергетика) через кіберінцидент миттєво викликає ланцюгову реакцію відмов в інших секторах (наприклад, водопостачання та хімічна безпека) [3, 5].

Еко-кібербезпека вивчає, як кібератаки на критичну інфраструктуру, що відповідає за життєзабезпечення, можуть спричинити екологічну катастрофу.

- **Сценарій «Водоканал і Хімічне Забруднення».** Зловмисник отримує контроль над автоматизованою системою управління водоочисними спорудами (АСУ ТП). Замість викрадення даних, він змінює параметри хімічної обробки або відкриває шлюзи для несанкціонованого скиду неочищених стоків чи технологічних рідин у річку. Це миттєво створює екологічну катастрофу та ставить під загрозу здоров'я населення [5].

- **Сценарій «Транспорт і Логістика Небезпечних Вантажів».** Кібератака на системи управління рухом залізничного транспорту може призвести до зіткнення поїздів, що перевозять небезпечні хімічні або паливно-мастильні матеріали. Це спричинить масштабне забруднення ґрунтів і водних ресурсів на місці аварії та вимагатиме негайної екологічної локалізації та очищення [5].

Системна стійкість (Resilience). Інтегративний підхід до еко-кібербезпеки має бути орієнтований на підвищення системної стійкості (*resilience*), що

включає здатність не лише захистити об'єкт від атак, але й швидко відновити його функціонування та мінімізувати супутні наслідки [5].

Наявність автономних систем екологічного контролю та живлення. Системи моніторингу мають працювати незалежно від основної мережі управління КІ, щоб у разі кібератаки екологічні параметри продовжували фіксуватися і передаватися [5].

Інтеграція планів реагування та їхня синхронізація. Плани реагування на кіберінциденти на об'єктах КІ повинні містити чіткий розділ про потенційні екологічні наслідки та інструкції для екологічних служб щодо негайного відбору проб, ізоляції забруднених ділянок та попередження населення.

Висновки. В умовах воєнного стану безпека держави вимірюється її здатністю протистояти гібридним атакам, де кіберпростір, фізичний простір та довкілля стають єдиним полем бою [5]. Кіберзахист критичної інфраструктури та екологічна безпека більше не можуть розглядатися як окремі дисципліни, адже їхні загрози мають синергетичний та каскадний характер [3, 4]. Напади, що мають на меті виведення з ладу систем управління водопостачанням, енергетикою або хімічним виробництвом, за своєю суттю є актами екологічної агресії, ініційованими кіберзасобами.

Успішна протидія цим викликам вимагає негайного впровадження інтегративного підходу. Цей підхід базується на юридичному визнанні категорії «кібер-екологічного інциденту», посиленні технологічної інтеграції систем моніторингу (включно з використанням AI/ML для прогнозного моделювання) та безшовному міжвідомчому співробітництві [7].

Література

1. Закон України «Про критичну інфраструктуру» № 1882-IX від 16 листопада 2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20>
2. Директива (ЄС) 2022/2555 Європейського Парламенту та Ради щодо заходів із забезпечення високого спільного рівня кібербезпеки в межах Союзу (NIS2).
3. Зубок В.Ю., Давидюк А.В., Клименко Т.М. Кібербезпека критичної інфраструктури в законодавстві України та в директиві (ЄС) 2022/2555. *Електронне моделювання*. 2023. Т. 45. № 5. С. 54–66.
4. Смоляник І.І., Гуменюк М.М. Забезпечення екологічної безпеки в Україні в умовах воєнного стану. *Юридичні науки*. 2025. № 1(2025). С. 104-108.
5. Потій О.В. Національна кібербезпека: управління та стратегічне планування в умовах воєнного стану. Київ: ДССЗІ України, 2024.
6. *Environment and Conflict Alert Ukraine*. Risks and impacts from attacks on energy infrastructure in Ukraine. Pax for Peace, December 2022.
7. Венгровська І.В. Правове забезпечення кібербезпеки України в умовах воєнного стану та європейської інтеграції. *Право та інновації*. 22(3), 2024. С. 76-85.

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

*Мітюк Л. О, к.т.н., доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Харитонов Д. А., студ. (гр. БС-22, ФБМІ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. У доповіді проаналізовано системні виклики, що постали перед системою цивільного захисту (ЦЗ) України в умовах воєнного стану. Досліджено невідповідність наявного фонду захисних споруд сучасним загрозам, виявлену в результаті громадського моніторингу, що вказує на проблеми доступності, технічного стану та корупційних ризиків. Систематизовано ключові напрями реформи, що базуються на трьох стовпах: 1) новому стратегічно-нормативному фундаменті, зокрема «Стратегії розвитку фонду захисних споруд до 2034 року» та вимогах ДБН В.2.2-5:2023; 2) технологічній модернізації систем оповіщення за локалізованим принципом на зразок ізраїльського досвіду та впровадженні мобільних укриттів; 3) посиленні суспільної стійкості через децентралізацію реагування, інституціоналізацію Добровільних формувань цивільного захисту (ДФЦЗ), розвиток мережі «Пунктів Незламності» та розбудову системи психологічної підтримки населення.

Ключові слова: цивільний захист, воєнний стан, фонд захисних споруд, ДБН В.2.2-5:2023, Стратегія-2034, споруди подвійного призначення, система оповіщення, Добровільні формування цивільного захисту (ДФЦЗ), психологічна підтримка.

Abstract. This report analyzes the systemic challenges facing Ukraine's civil protection (CP) system under martial law. The inadequacy of the existing protective structures fund to meet modern threats is examined, as revealed by public monitoring, highlighting issues of accessibility, technical condition, and corruption risks. The key areas of reform are systematized based on three pillars: 1) a new strategic and normative foundation, including the “Protective Structures Fund Development Strategy until 2034” and the requirements of DBN B.2.2-5:2023; 2) technological modernization of warning systems based on a localized principle, similar to the Israeli experience, and the implementation of mobile shelters; 3) strengthening societal resilience through decentralized response, institutionalization of Volunteer Civil Protection Formations (VCPF), development of the “Invincibility Points” network, and building a public psychological support system.

Keywords: civil protection, martial law, protective structures fund, DBN B.2.2-5:2023, Strategy-2034, dual-use structures, warning system, Volunteer Civil Protection Formations (VCPF), psychological support.

Вступ. Тематика проблем охорони праці, промислової та цивільної безпеки набуває виняткової ваги в умовах повномасштабного воєнного стану [1]. Традиційні підходи до цивільного захисту (ЦЗ), значною мірою успадковані з минулого, виявилися нездатними повною мірою відповідати на виклики сучасної гібридної війни, що вимагає не ситуативного реагування, а повної перебудови

системи [2].

Воєнний стан каталізував парадигмальний зсув у суспільній свідомості – перехід від пасивної, державоцентричної моделі «Захисту» до проактивної, децентралізованої моделі «Стійкості». Яскравим прикладом є феномен «Пунктів Незламності» (ПН), що виник як відповідь громади на енергетичний терор [1]. Вдосконалення ЦЗ сьогодні – це не лише про ремонт сховищ, але й про інституціоналізацію та масштабування цієї нової, проактивної моделі стійкості.

Аналіз стану питання. Дані незалежних громадських моніторингів, зокрема проведених Групою «Озон» Центру громадянських свобод, виявляють низку системних проблем. По-перше, це проблема доступності та маркування. Моніторинг свідчить, що ключовою проблемою є *гарантований доступ* до укриття під час тривоги.³ Укриття часто зачинені, відсутнє належне маркування та вказівники, не вирішено питання доступності для маломобільних груп [3].

По-друге, це технічний стан та непрозоре фінансування. Значна частина ФЗС перебуває у «неналежному стані» [4], при цьому виділення значних коштів не призводить до пропорційного покращення. Це вказує на кризу управління та наявність корупційного фактору. Головною проблемою також названо «відсутність достатнього фонду захисних споруд» та гуманітарні аспекти: наприклад, заборона перебування з домашніми тваринами, через що люди «піддають своє життя та здоров'я небезпеці», залишаючись вдома під час обстрілів [4].

Мета роботи: проаналізувати системні прогалини у функціонуванні цивільного захисту в умовах воєнного стану та, на основі аналізу нової нормативної бази (зокрема, розпорядження КМУ № 183-р та ДБН В.2.2-5:2023) і передового міжнародного досвіду, запропонувати комплексні шляхи його вдосконалення на стратегічному, технологічному та суспільному рівнях.

Методики, матеріали і результати досліджень. Основою реформи є «Стратегія розвитку фонду захисних споруд до 2034 року», схвалена Розпорядженням КМУ № 183-р [5]. Ключові цілі включають забезпечення укриття *всіх категорій* населення та освоєння *вітчизняного* виробництва комплектуючих і мобільних укриттів. Фінансування Стратегії є амбітним (орієнтовно 789,3 млрд грн), проте аналіз його структури виявляє значний ризик: 81,4% (642,5 млрд грн) – це очікувані кошти «міжнародної Коаліції», і лише 10,3% – кошти держбюджету [5].

Новий державний стандарт ДБН В.2.2-5:2023 є технічним інструментом реалізації Стратегії [8]. Ключовим нововведенням є фокус на «спорудах подвійного призначення» (СПП) [8]. Це прагматичне рішення, що зобов'язує проєктантів нових підземних паркінгів, ТРЦ, метрополітену тощо враховувати захисні функції. ДБН встановлює чіткі інженерні вимоги (наприклад, витривалість до надмірного тиску 100-500 кПа), але водночас визначає, що норми *не розраховані* на захист від прямого влучання боєприпасів. Це перекладає частину фінансового тягаря на приватний сектор (забудовників) і має вирішити проблему «недостатньої кількості» укриттів [4].

Вдосконалення систем оповіщення: Ізраїльський досвід

Поточна українська система оповіщення переважно регіональна, що спричиняє значні економічні збитки та «втому від тривоги». Альтернативою є ізраїльська система **“Red Alert”**, ключова перевага якої – гіперлокалізація [10]. Система прораховує траєкторію і вмикає сирени лише в тих окремих районах, куди реально прямує загроза/ Це підвищує як економічну, так і психологічну ефективність, оскільки населення реагує на кожне сповіщення, знаючи про його безпосередню релевантність.

Мобільність та гнучкість ФЗС

Стратегія-2034 [6] та урядові ініціативи роблять акцент на «первинних (мобільних) укриттях» (ПМУ). Їхнє призначення – розміщення на зупинках громадського транспорту, у парках та біля закладів освіти. Це реалізує концепцію «укриття йде до людей», гнучко доповнюючи стаціонарний ФЗС та нові СПП, і є відповіддю на проблему захисту людей «в дорозі» [3].

Людський вимір та стійкість громад: Децентралізація реагування

Формалізація волонтерського руху: ДФЦЗ

Воєнний стан продемонстрував здатність суспільства до самоорганізації. Шляхом вдосконалення ЦЗ є інституціоналізація цієї енергії через «Добровільні формування цивільного захисту» (ДФЦЗ). Вони *не* замінюють ДСНС, а виконують *допоміжні* роботи: поверхневий розбір завалів, розгортання тимчасових пунктів, доставку води та продуктів. ДФЦЗ та «Пункти Незламності» [1] є двома гранями одного процесу – децентралізації стійкості. Якщо ПН – це *інфраструктура*, то ДФЦЗ – це *людський ресурс* для її функціонування.

Формування «Культури безпеки» та психологічна стійкість

Вдосконалення ЦЗ неможливе без формування у суспільстві «культури безпеки», що починається з дитинства, наприклад, через проєкт «Класи безпеки» у школах. Водночас, невід'ємною частиною ЦЗ є психологічна підтримка населення. Рекомендації ДСНС – це алгоритм *дій*, але для його виконання людина має бути у стані діяти раціонально. Сучасна війна довела, що без «психологічної броні» нації система не є стійкою. Тому масштабна державна та волонтерська мережа психологічної підтримки (наприклад, гарячі лінії МОЗ 0-800-60-20-19 та інші) є таким самим стратегічним елементом ЦЗ, як і інженерні норми.

Висновки. Вдосконалення цивільного захисту в умовах воєнного стану є комплексним завданням. Аналіз поточного стану доводить, що старі, успадковані підходи є неефективними [4].

Ефективна реформа має базуватися на трьох ключових напрямках:

1. На нормативному рівні: неухильне виконання «Стратегії розвитку... до 2034 року» [5] та імплементація ДБН В.2.2-5:2023 [8], з пріоритетом на будівництві споруд подвійного призначення (СПП).

2. На технологічному рівні: перехід від регіональної системи оповіщення до гіперлокальної (за зразком «Red Alert») та масове встановлення мобільних

укриттів.

3. На суспільному рівні: всебічна підтримка Добровільних формувань цивільного захисту (ДФЦЗ) як кадрового резерву для «Пунктів Незламності» [1] та інтеграція психологічної підтримки і освітніх проєктів як обов'язкових елементів системи ЦЗ.

Ефективна система цивільного захисту – це тріада, що складається з «сучасних норм», «розумних технологій» та «підготовленого суспільства».

Література

1. Про схвалення Стратегії розвитку фонду захисних споруд цивільного захисту на період до 2034 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 04.03.2025 № 183-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/183-2025-p> (дата звернення: 10.11.2025).

2. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту. Київ : Мінвідновлення, 2023. 47 с.

3. Як забезпечити українців якісним цивільним захистом? Аналіз виявлених проблем організації захисних споруд та рекомендації щодо покращення законодавства. *Центр Громадянських Свобод*. 2023. URL: <https://ccl.org.ua/ozon-post/yak-zabezpechyty-ukrayincziv-yakisnym-czyvilnym-zahystom-analiz-vyyavlenyh-problem-organizacziyi-zahysnyh-sporud-ta-rekomendacziyi-shhodo-pokrashhennya-zakonodavstva/> (дата звернення: 10.11.2025).

4. Укриття: проблема є. В якому стані знаходяться захисні споруди. *Український кризовий медіа-центр*. 16.10.2024. URL: <https://uacrisis.org/uk/ukryttya-problem-v-yakomu-stani-znahodyatsya-zahysni-sporudy> (дата звернення: 10.11.2025).

5. Досвід Ізраїлю: укриття в квартирах та місцеві повітряні тривоги. *UA.NEWS*. 2025. URL: <https://ua.news.ua/world/dosvid-izrayiliu-ukrittia-v-kvartirakh-i-lokalni-povitriani-trivogi> (дата звернення: 10.11.2025).

6. Добровільні формування цивільного захисту — ефективний інструмент безпеки в громаді. *Децентралізація*. 2025. URL: <https://decentralization.ua/news/17824> (дата звернення: 10.11.2025).

7. Контакти психологічної підтримки для цивільних, для ветеранів, для дітей і підлітків, для ВПО і постраждалих від війни. *Міністерство охорони здоров'я України*. 2024. URL: <https://moz.gov.ua/uk/kontakti-psihologichnoyi-pidtrimki-dlya-civilnih-dlya-veteraniv-dlya-ditej-i-pidlitkiv-dlya-vpo-i-postrazhdalih-vid-vijni> (дата звернення: 10.11.2025).

8. Кабінет Міністрів України схвалив Стратегію розвитку фонду захисних споруд цивільного захисту на період до 2034 р. *Власна справа*. 2025. URL: <https://vlasnasprava.ua/789-mlrd-hrn-na-rozvytok-fondu-zakhysnyx-sporud/> (дата звернення: 10.11.2025).

9. Класи безпеки. *Державна служба України з надзвичайних ситуацій*. URL: <https://dsns.gov.ua/klasi-bezpeki> (дата звернення: 10.11.2025).

ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ ТА ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ В НАГЛЯДОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖПРАЦІ

*Цимбал Б. М., д.держ.упр., доц., проф. (каф. ПКСПСЦЗ НУЦЗ України);
Соколов В. Д., студ. (гр. ОПс-23(22), ННІ ІСП НУЦЗ України)*

Анотація. У статті розглядається впровадження безпілотних літальних апаратів (дронів) та систем дистанційного моніторингу у наглядову діяльність Державної служби України з питань праці (Держпраці). Проаналізовано можливості використання сучасних цифрових технологій для підвищення ефективності інспекційних перевірок, зменшення ризиків для інспекторів та забезпечення об'єктивності контролю. Визначено переваги та проблемні аспекти впровадження дронів у сфері охорони праці, а також наведено шляхи вдосконалення нормативно-правового та організаційного забезпечення цієї діяльності.

Ключові слова: охорона праці, дрони, дистанційний моніторинг, Держпраці, інспекційна діяльність, цифрова трансформація.

Abstract. The article examines the implementation of unmanned aerial vehicles (drones) and remote monitoring systems in the supervisory activities of the State Labor Service of Ukraine. The potential of these technologies to improve inspection efficiency, reduce risks for inspectors, and ensure objective control is analyzed. The advantages and challenges of introducing drones in occupational safety monitoring are discussed, as well as the directions for improving legal and organizational frameworks.

Keywords: occupational safety, drones, remote monitoring, State Labor Service, inspection, digital transformation.

Вступ. У сучасних умовах цифрової трансформації державного управління одним із пріоритетних напрямів підвищення ефективності наглядової діяльності Держпраці є впровадження інноваційних технологій спостереження та контролю. Використання безпілотних літальних апаратів (дронів) та систем дистанційного моніторингу дозволяє суттєво підвищити оперативність, точність і об'єктивність перевірок дотримання вимог охорони праці на підприємствах різних галузей економіки.

Аналіз стану питання. Дрони активно впроваджуються у сфері безпеки праці в більшості розвинених країн світу. В Україні їхнє застосування поступово розширюється, зокрема в межах експериментальних проєктів Держпраці [1]. Безпілотники дозволяють інспекторам проводити огляди важкодоступних або небезпечних об'єктів без ризику для життя людини – на будівельних майданчиках, кар'єрах, електростанціях або підприємствах із шкідливими умовами праці [2]. Паралельно впроваджуються системи дистанційного моніторингу, які дають змогу в режимі реального часу відстежувати показники виробничого середовища – рівень шуму, температуру, концентрацію газів, пилу чи вібраційні навантаження [3]. Такі системи інтегруються з аналітичними

платформами, створюючи основу для превентивного контролю та запобігання аваріям.

Мета дослідження. Метою роботи є аналіз можливостей застосування дронів та дистанційного моніторингу у діяльності Держпраці з метою підвищення ефективності державного нагляду, зменшення людського фактору та підвищення рівня безпеки працівників.

Методики, матеріали і результати досліджень. Дослідження базується на аналізі офіційних публікацій Держпраці України, наукових статей та матеріалів профільних видань з питань інноваційних технологій у сфері охорони праці. Результати показують, що використання дронів дозволяє:

- здійснювати візуальний контроль за об'єктами на висоті або у важкодоступних місцях;
- фіксувати порушення правил безпеки за допомогою фото- та відеоматеріалів, що можуть бути використані як доказова база [4];
- мінімізувати ризики для інспекторів під час перевірок небезпечних об'єктів;
- підвищити швидкість реагування на аварійні ситуації.

Системи дистанційного моніторингу забезпечують збір даних у реальному часі та можливість їх централізованої обробки. Це створює передумови для формування єдиної бази ризиків та автоматизованої оцінки стану охорони праці на підприємствах. Ефективність використання таких технологій залежить від належної підготовки інспекторів, технічного оснащення та дотримання законодавства про захист персональних даних [5].

Обговорення. Результати дослідження свідчать, що впровадження безпілотних технологій у діяльність Держпраці сприяє переходу від реактивного до превентивного контролю. Дрони можуть не лише фіксувати порушення, але й допомагати в оцінці ризиків до виникнення інцидентів. Водночас існують виклики – зокрема, необхідність стандартизації форматів даних, визначення правил збереження та використання відеоматеріалів, забезпечення кібербезпеки каналів зв'язку. Важливо також інтегрувати дані, отримані з безпілотників і сенсорних систем, у єдину інформаційну екосистему Держпраці. Підготовка інспекторів до роботи з такими технологіями має включати як технічну, так і правову складову.

Висновки. Використання дронів і систем дистанційного моніторингу у наглядовій діяльності Держпраці є важливим етапом цифровізації державного нагляду у сфері охорони праці. Застосування цих технологій підвищує якість контролю, зменшує ризики для інспекторів і забезпечує об'єктивну оцінку стану безпеки на підприємствах. Подальший розвиток цієї практики потребує створення нормативно-правової бази, розроблення стандартів використання безпілотних технологій і підготовки фахівців. У перспективі це сприятиме формуванню сучасної, ефективної та безпечної системи державного нагляду.

Література

1. Міністерство економіки України. Цифрова трансформація системи державного нагляду (контролю) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.me.gov.ua>.
2. Державна служба України з питань праці. Використання дронів у сфері охорони праці: нові підходи до інспекційної діяльності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dsp.gov.ua>.
3. Коваленко С. П. Інноваційні технології моніторингу виробничого середовища у системі охорони праці. Науковий вісник НТУ «Дніпровська політехніка». 2023. №4. С. 115–122.
4. Шевченко О. В. Впровадження безпілотних систем у наглядову діяльність державних органів. Журнал «Охорона праці». 2024. №2. С. 34–38.
5. Петренко М. Г. Правові аспекти використання дистанційного моніторингу у сфері охорони праці. Вісник права та безпеки. 2022. №3. С. 78–84.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЙ НА СТАБІЛЬНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

*Цимбал Б. М., д.держ.упр., доц., проф. (каф. ПКСПСЦЗ НУЦЗ України);
Голобородько Є. М., студ. (гр. ОПс-23(22), ННІ ІСП НУЦЗ України)*

Анотація. Вібрація є одним із найпоширеніших шкідливих фізичних факторів у промисловості, що виникає під час роботи машин, механізмів та обладнання. Її вплив проявляється як у погіршенні стабільності технологічних процесів, так і в ризиках для здоров'я працівників. У статті розглянуто основні джерела вібрацій у виробничому середовищі, їх вплив на точність обробки матеріалів і довговічність обладнання, а також методи контролю та зниження вібраційних навантажень. Наведено результати експериментальних досліджень із вимірювання рівнів вібрації та оцінки їхнього впливу на технологічну стабільність.

Ключові слова: вібрація, стабільність процесів, технічна безпека, охорона праці, виробничі ризики.

Abstract. The article examines the consequences of ecocide caused by Russia's armed aggression against Ukraine. The scale of environmental destruction, its impact on natural ecosystems, water and land resources, as well as long-term threats to public health and biodiversity are analyzed. Ways to overcome the environmental consequences of the war and possible mechanisms of international responsibility for ecocide are proposed.

Keywords: vibration, process stability, technical safety, occupational safety, industrial risks.

Вступ. Вібрації у виробничому середовищі можуть мати механічне, акустичне або конструкційне походження. Основними джерелами є двигуни, компресори, насоси, верстати та транспортні установки. Навіть незначні коливання можуть спричиняти порушення точності обробки, зниження якості продукції та надійності обладнання [1].

Аналіз стану питання. Дослідження показують, що у верстатах високої точності мікровібрації з амплітудою 5–10 мкм можуть викликати похибки до 0,05 мм, що є критичним у приладобудуванні та авіаційній галузі [2]. Вібраційні впливи змінюють параметри технологічних процесів, підвищують зношування інструментів і створюють ризики аварійного виходу обладнання з ладу.

Мета дослідження. Визначення кількісних показників впливу вібрацій на стабільність технологічних процесів та розробка технічних заходів їх мінімізації.

Методики, матеріали і результати досліджень. Для дослідження було використано віброакустичний вимірювальний комплекс ВШВ-003, оснащений трикомпонентними акселерометрами, які реєстрували коливання у частотному діапазоні 1–1000 Гц. Вимірювання проводилися на робочих поверхнях токарного верстата та опорах двигуна. Аналіз спектра вібрацій здійснювався методом швидкого перетворення Фур'є (FFT).

Результати показали, що в режимах номінального навантаження рівень коливань становив 85–95 дБ, що перевищує допустимі норми за ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2004 на 15–20 %. За таких умов спостерігалось збільшення похибки розмірної точності деталей у середньому на 12 % порівняно з контрольним режимом. Також встановлено, що підвищення вібраційної активності на 10 дБ спричиняє зростання споживання енергії приводу на 3–5 % через втрати на динамічні коливання.

У додаткових дослідках було перевірено ефективність різних демпфувальних матеріалів. Найкращі результати показали еластомерні амортизатори на основі поліуретану, які зменшили пікову амплітуду коливань на 40–45 %.

Обговорення. Вібрації також мають значний вплив на людину. Тривалий контакт із ними призводить до розвитку вібраційної хвороби, ураження опорно-рухового апарату та нервової системи [4]. Для зменшення вібраційних впливів використовують технічні методи – балансування, амортизуючі елементи, пружні прокладки, системи активного гасіння коливань і цифрове фільтрування сигналів. Регулярна діагностика обладнання дозволяє запобігти резонансним коливанням і підвищити надійність технологічних систем.

Висновки. Вібрації є ключовим дестабілізуючим фактором технологічних процесів, що впливає на точність, енергоефективність та безпеку виробництва. Результати досліджень підтвердили прямий кореляційний зв'язок між рівнем вібрацій та стабільністю технологічних параметрів. Використання систем активного гасіння коливань і амортизуючих матеріалів дозволяє знизити вібраційне навантаження до нормативного рівня та підвищити довговічність обладнання. Подальші дослідження доцільно спрямувати на створення інтелектуальних систем віброконтролю, що поєднують датчики, аналітичні алгоритми та автоматизоване керування.

Література

1. ДСТУ 2293-99. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. – Київ : Держстандарт України, 1999. – 24 с.
2. Гандзюк М. П. Основи охорони праці. – Київ : Каравела, 2021. – 368 с.
3. Пілюшенко В. М. Безпека життєдіяльності та охорона праці. – Львів : Світ, 2019. – 312 с.
4. ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2004. Вібраційна безпека. Загальні вимоги. – Київ : Держспоживстандарт України, 2004. – 25 с.
5. Кравець О. І. Гігієна праці та виробнича санітарія. – Харків : ХНУМГ, 2020. – 214 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ РИЗИКУ ПІД ЧАС ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

*Цимбал Б. М., д.держ.упр., доц., проф. (каф. ПКСПСЦЗ НУЦЗ України);
Довгалик А. Ю., студ. (гр. ОПс-22, ННІ ІСП НУЦЗ України)*

Анотація. Автоматизація виробництва є провідною тенденцією сучасної промисловості, зокрема харчової. Високий рівень механізації, роботизації та цифровізації забезпечує підвищення продуктивності, стабільність якості продукції та зменшення витрат ручної праці. Водночас зростає кількість ризиків, пов'язаних із функціонуванням складних автоматичних систем, особливо у вологих, теплових та хімічно активних середовищах. У статті розглянуто питання безпечної експлуатації автоматизованого обладнання на прикладі харчових підприємств, проведено аналіз основних небезпек – механічних, електричних, мікробіологічних, термічних, пневматичних та ергономічних. Визначено, що традиційні підходи до охорони праці не враховують появу нових типів ризиків – інформаційних, кібернетичних та комбінованих техногенних. Розкрито значення цифрових технологій моніторингу, сенсорних систем та інтеграції стандартів ISO 45001:2018 у підвищенні рівня безпеки праці. Окрему увагу приділено людському чиннику, як ключовому елементу ризик-менеджменту. Зроблено висновок, що комплексний підхід, який поєднує технічні, організаційні, навчальні та цифрові засоби безпеки, є ефективним шляхом зниження виробничого травматизму та підвищення надійності автоматизованих систем.

Ключові слова: автоматизація виробництва, охорона праці, ризики, харчова промисловість, LOTO, ISO 45001, цифровізація, людський фактор.

Abstract. Automation of production is a leading trend in modern industry, particularly in the food sector. A high level of mechanization, robotics, and digitalization increases productivity, stabilizes product quality, and reduces manual labor costs. At the same time, the number of risks associated with complex automated systems operating in humid, thermal, and chemically active environments is increasing. The paper examines occupational safety issues during the operation of automated food production equipment, analyzing key hazards such as mechanical, electrical, microbiological, thermal, pneumatic, and ergonomic. It is determined that traditional occupational safety approaches do not fully account for emerging risks – informational, cyber, and combined technogenic. The significance of digital monitoring technologies, sensor systems, and ISO 45001:2018 integration for improving workplace safety is highlighted. Particular attention is given to the human factor as a crucial element of risk management. The study concludes that a comprehensive approach combining technical, organizational, educational, and digital safety measures is the most effective way to reduce industrial injuries and increase the reliability of automated systems.

Keywords: automation, occupational safety, risks, food industry, LOTO, ISO 45001, digitalization, human factor.

Вступ. Сучасне виробництво стрімко переходить до автоматизованих та роботизованих технологій, що дозволяє значно підвищити ефективність та стабільність технологічних процесів. Автоматизація є складовою концепції «Промисловість 4.0», яка поєднує традиційне виробництво з цифровими системами управління, аналітикою даних та штучним інтелектом. Разом із позитивними наслідками зростає складність технічних систем, а отже – і ризики, що виникають у процесі їх експлуатації. Забезпечення безпеки праці працівників, які обслуговують автоматизовані лінії, набуває особливої актуальності, оскільки класичні заходи захисту не охоплюють нові типи небезпек.

Аналіз стану питання. Згідно із Законом України «Про охорону праці» №2694-ХІІ [1], роботодавець повинен створювати безпечні та нешкідливі умови праці, а також здійснювати постійний моніторинг ризиків. На практиці це особливо складно реалізувати у харчовій промисловості, де обладнання працює у середовищах із високою вологістю, температурою та мийними засобами.

Класичні системи безпеки часто не враховують сучасних ризиків – кіберзагроз, відмов електронних систем управління, порушень алгоритмів автоматичного контролю.

Мета дослідження. Аналіз ризиків під час експлуатації автоматизованого обладнання у харчовій промисловості, визначення основних факторів небезпеки та розроблення рекомендацій щодо впровадження комплексних систем безпеки праці з урахуванням цифрових технологій та міжнародних стандартів [4].

Методики, матеріали і результати досліджень. Дослідження базується на аналізі чинних нормативних документів України (НПАОП, ДСТУ, ДСН) та міжнародних стандартів ISO, а також на узагальненні практичного досвіду експлуатації автоматизованих виробничих ліній.

Основні виявлені ризики у виробничому процесі та їх регламентація нормативними документами. Основні виявлені ризики у виробничому процесі мають комплексний характер та охоплюють як технічні, так і психофізіологічні аспекти діяльності працівників. До найбільш значущих належать механічні ризики, пов'язані з можливим контактом персоналу з рухомими елементами транспортерів, ножовими блоками чи ротаційними механізмами. Для їх мінімізації необхідне впровадження процедур блокування та маркування енергії (ЛОТО) відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.28-10 [2].

Окрім цього, пневматичні ризики виникають унаслідок раптових викидів тиску або розривів шлангів, що потребує суворого контролю відповідно до НПАОП 0.00-1.59-87. Важливим є також урахування мікробіологічних факторів – під час контакту із сирими продуктами чи дезінфікуючими речовинами необхідно використовувати засоби індивідуального захисту, визначені стандартом ДСТУ EN ISO 13688:2017 [3].

Цифровізація процесів дає змогу здійснювати моніторинг стану обладнання у реальному часі. Сенсори температури, вібрації, тиску й струму інтегруються у системи управління безпекою, що відповідають вимогам ISO 45001:2018 [4], знижуючи ризики аварійних простоїв на 30–40 %.

Для мінімізації ризиків застосовується процедура ЛОТО, яка забезпечує повне відключення джерел енергії перед обслуговуванням обладнання. Впровадження внутрішніх тренінгів і симуляцій аварійних ситуацій дозволило зменшити кількість порушень ЛОТО більш ніж на 50 % [5].

Суттєву небезпеку становлять також електричні ризики, зумовлені роботою у вологих середовищах, пошкодженням ізоляції та заземлення, що регламентується НПАОП 40.1-1.32-01. Термічні чинники пов'язані з перегрівом поверхонь технологічного обладнання, температура яких може досягати 220 °С, тому обов'язковим є застосування термостійких засобів індивідуального захисту згідно з ДСТУ EN ISO 13732-1:2017 [6].

Не менш значущими є ергономічні ризики, що проявляються через монотонність робочих операцій, перевтому та психоемоційне навантаження, які підвищують імовірність помилкових дій і травматизму. Комплексне урахування всіх зазначених чинників є необхідною умовою для ефективного управління професійними ризиками та забезпечення безпечних умов праці.

У перспективі доцільно впроваджувати системи штучного інтелекту, які прогнозують потенційні відмови обладнання та людські помилки, аналізуючи історію подій і поведінку операторів.

Висновки. Отже, проведене дослідження показало, що автоматизація виробництва, попри значні переваги у підвищенні ефективності та якості продукції, водночас формує нові техногенні ризики, які потребують сучасних підходів до управління безпекою праці. Забезпечення належного рівня охорони праці в умовах автоматизованого виробництва можливе лише за умови впровадження комплексної системи, що поєднує технічні, організаційні, навчальні та цифрові складові.

Література

1. Закон України «Про охорону праці» № 2694-XII від 14.10.1992 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.
2. НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/npaop-0.00-1.28-10>.
3. ДСТУ EN ISO 13688:2017 «Одяг захисний. Загальні вимоги». URL: <https://standarts.org.ua/dstu-en-iso-13688-2017>.
4. ISO 45001:2018 «Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use». URL: <https://www.iso.org/standard/63787.html>
5. НПАОП 0.00-6.02-06 «Порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/npaop-0.00-6.02-06>.
6. ДСТУ EN ISO 13732-1:2017 «Тепловий контакт людини з поверхнями. Визначення безпечних температур контактних поверхонь». URL: <https://standarts.org.ua/dstu-en-iso-13732-1-2017>.

ІНФОРМАЦІЙНІ, УПРАВЛІНСЬКІ, ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

*Ялова К. А., студ. (гр. БС-22, ФБМІ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Мітюк Л. О., канд. техн. наук, доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. Розглянуто питання застосування технологій штучного інтелекту в мобільній медицині (mHealth) з точки зору інформаційних, управлінських та економічних аспектів безпеки життєдіяльності людини. На прикладі розробки AI-консультанта для діагностики шкірних захворювань проаналізовано ключові ризики: точність діагностики, надійність та захист інформації. Досліджено управлінські аспекти інтеграції таких застосунків у систему охорони здоров'я та їх економічний ефект для раннього виявлення загроз здоров'ю та зниження навантаження на медичні заклади. Запропоновано заходи для забезпечення надійності та безпеки AI-рішень у сфері охорони здоров'я.

Ключові слова: штучний інтелект, мобільна медицина (mHealth), безпека пацієнта, інформаційна безпека, медичні дані, управління ризиками, телемедицина.

Abstract. The issues of applying artificial intelligence technologies in mobile medicine (mHealth) from the perspective of informational, managerial, and economic aspects of human life safety are considered. Using the example of the development of an AI consultant for diagnosing skin diseases, key risks are analyzed: diagnostic accuracy, reliability, and information security. The managerial aspects of integrating such applications into the healthcare system and their economic effect on the early detection of health threats and reducing the burden on medical institutions are explored. Measures are proposed to ensure the reliability and safety of AI solutions in the healthcare sector.

Keywords: artificial intelligence, mobile medicine (mHealth), patient safety, information security, medical data, risk management, telemedicine.

Вступ. Стрімке впровадження технологій штучного інтелекту (AI) у повсякденне життя відкриває нові горизонти для сфери охорони здоров'я. Особливе місце займають мобільні застосунки, що використовують AI як консультантів для попередньої діагностики, наприклад, дерматологічних захворювань. Потенціал таких технологій величезний: вони обіцяють суттєво підвищити доступність медичної допомоги та сприяти ранньому виявленню небезпечних станів. Водночас, така глибока інтеграція AI в медицину нерозривно пов'язана з новими викликами для безпеки життєдіяльності людини. Виникає гостра необхідність у комплексному аналізі цих інновацій не лише з технічної, але й з безпекової точки зору.

В інформаційному аспекті, ключовими є надійність та точність діагнозів, згенерованих алгоритмом, а також гарантування належного захисту та конфіденційності надзвичайно чутливих медичних даних пацієнтів.

В управлінському аспекті, необхідно визначити місце цих інструментів в існуючій медичній практиці. Чи стануть вони сертифікованими помічниками лікаря, чи залишаться нерегульованими інструментами, що можуть призвести до самолікування та хибного відчуття безпеки? Окремо стоїть питання відповідальності за діагностичні помилки AI.

В економічному аспекті, слід збалансувати потенційну економію ресурсів від автоматизації та ранньої діагностики з можливими економічними збитками від наслідків невірних рішень AI, які можуть призвести до прогресування хвороби.

Аналіз стану питання. Проблема забезпечення безпеки життєдіяльності людини в умовах стрімкої цифровізації суспільства є предметом активних наукових дискусій. Останніми роками особлива увага приділяється інтеграції технологій штучного інтелекту у сфери, що безпосередньо впливають на здоров'я та добробут, особливо в мобільну медицину.

Мета роботи: дослідження зазначених інформаційних, управлінських та економічних аспектів безпеки, пов'язаних із використанням AI-консультантів у сучасній системі охорони здоров'я, для визначення шляхів мінімізації потенційних ризиків для здоров'я та добробуту людини.

Методики, матеріали і результати досліджень. Наразі стрімке впровадження штучного інтелекту в охорону здоров'я, зокрема у формі мобільних консультантів для діагностики захворювань, відкриває нову еру в медицині. Ця технологічна революція несе в собі величезний потенціал, але водночас створює складні, багатовимірні виклики для безпеки життєдіяльності людини. Ефективність цих інструментів має оцінюватись на основі багатьох факторів, адже необхідно розуміти, що їх безпечне впровадження вимагає комплексного аналізу на перетині інформаційних, управлінських та економічних аспектів.

Існують дослідження, які активно поширюють думки про те, що згортована нейронна мережа здатна класифікувати рак шкіри з рівнем компетенції, “порівняним з дерматологами” [1]. Така технічна спроможність виступає суперечливим явищем, що може спричиняти як прогрес, так і ризики. З одного боку, він підтвердив величезний потенціал технології, але з іншого – створив небезпечну громадську перцепцію та, як наслідок, ринковий попит на нерегульовані інструменти. В результаті наукове досягнення мимоволі перетворилося на інформаційний ризик – ілюзію компетентності, яка не враховує прірву між якісними даними в лабораторії та фотографіями низької якості, зробленими пацієнтом у реальному житті.

Трактування штучного інтелекту як лікаря вступає у конфлікт із традиційними управлінськими парадигмами. Вона стимулює появу “тіньової” системи охорони здоров'я, де пацієнти використовують несертифіковані

застосунки для самодіагностики, оминаючи традиційну медицину. Саме тому регулятори, як-от Європейська Комісія у своєму “Акті про штучний інтелект”, цілком слушно пропонують класифікувати медичні діагностичні системи як “високоризикові” [2]. Однак метою регулювання має бути не усунення технології, а формування механізмів, що забезпечують її безпечне та кероване застосування. Найбезпечніше управлінське рішення – це заборона на автономну діагностику та інтеграція AI виключно як системи підтримки прийняття рішень для кваліфікованого лікаря [3].

Очевидність потреби в посиленому управлінському контролі проявляється при розгляді економічних аспектів, які характеризуються істотною нерівномірністю розподілу ризиків. Потенційна індивідуальна вигода від використання застосунку, до прикладу економія часу та коштів на візиті до лікаря є привабливою, але відносно малою. На противагу цьому, потенційні суспільні збитки від однієї-єдиної хибнонегативної помилки (пропущеної меланоми) є катастрофічними. Вартість лікування задавненої хвороби лягає величезним тягарем як на самого пацієнта, так і на всю систему охорони здоров’я [4]. Ця економічна асиметрія доводить, що вільний ринок не здатний самостійно регулювати цю технологію, ціна помилки є занадто високою.

Фундаментальний виклик полягає не в окремому вдосконаленні інформаційної точності, управлінської політики чи економічної моделі. Він полягає в управлінні їхньою невід’ємною взаємозалежністю. Інформаційний збій, такий як алгоритмічна упередженість, неминуче провокує управлінську кризу (втрату довіри, судові позови) та економічну катастрофу (нерівність у наданні допомоги, марнування ресурсів). Отже, безпека життєдіяльності в епоху AI – це не характеристика самого алгоритму. Це якість та надійність всієї системи, що вибудована навколо нього, покликана стримувати цей каскадний ефект збою та гарантувати, що технологія служить людині, а не створює нові, невидимі загрози.

Висновки. Безпека AI-консультантів у медицині – це не питання одного лише коду чи точності алгоритму. Справжні виклики лежать на перетині технологій, управлінських рішень та економіки.

Лабораторні успіхи AI створюють небезпечну ілюзію. В реальному світі якість “домашніх” фотографій та алгоритмічна упередженість створюють інформаційні ризики, де ціна однієї помилки – це пропущений рак. Економічні наслідки хибного діагнозу є катастрофічними і для пацієнта, і для системи охорони здоров’я. Вони неспівмірні з будь-якою економією на візиті до лікаря.

Безпечна стратегія передбачає суворе регулювання та використання AI лише як допоміжного інструменту для прийняття рішень лікарем з відповідною кваліфікацією.

Література

1. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, Thrun S. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*. 2017 Feb 2;542(7639):115-118. doi: 10.1038/nature21056. Epub 2017 Jan 25. Erratum in: *Nature*. 2017 Jun 28;546(7660):686. doi: 10.1038/nature22985. PMID: 28117445; PMCID: PMC8382232.
2. European Commission. (2022). "Proposal for a Regulation on Artificial Intelligence (Artificial Intelligence Act)".
3. Topol, E. J. (2019). "Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again".
4. MedTech Europe. (2020). "The Socio-Economic Impact of AI in Healthcare".

ДЛЯ ПОДАТОК

Наукове видання

Редакційна колегія:

Головний редактор

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

Заступник головного редактора, науковий редактор

Ю. О. Полукаров, канд. техн. наук, доц.

ПРОБЛЕМИ ОХОРОНИ ПРАЦІ, ПРОМИСЛОВОЇ ТА ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

XXXIII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-МЕТОДИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
(з участю студентів)

Здано на складання 14.11.2025. Підписано 19.11.2025.

Електронне видання.

Обл-від.арк. 13,5. Умовн. друк. арк. 12,65

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