

**Харківський національний автомобільно-дорожній університет**

**Національний науковий центр «Інститут метрології»  
м. Харків**

**Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»**

**Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-  
конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених**

**«Метрологічні аспекти прийняття рішень  
в умовах роботи на техногенно небезпечних  
об'єктах»**

**Згідно з планом проведення міжнародних, всеукраїнських науково-  
практичних та науково-методичних конференцій і семінарів на базі  
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету у  
2022 році (Лист ІМЗО від 30.12.2021 № 22.1/10-2985)**

**4 листопада 2022 р.  
м. Харків, Україна**

## Організаційний комітет конференції

- Богомолів Віктор Олександрович - голова організаційного комітету,  
ректор ХНАДУ (м. Харків), професор
- Дмитрієв Ілля Андрійович - заступник ректора з наукової роботи  
ХНАДУ (м. Харків), професор
- Єфименко Олександр  
Володимирович - декан механічного факультету  
ХНАДУ (м. Харків), доцент
- Богатов Олег Ігоревич - відповідальний секретар  
конференції, завідувач кафедри  
метрології та безпеки  
життєдіяльності ХНАДУ (м. Харків),  
доцент

## ЗМІСТ

	Стор.
<b>Секція 1 Вимірювальні інформаційні технології на техногенно небезпечних об'єктах</b>	
Pletenko A., Hraivoronska I. CHEMICAL COMPOSITION OF FeNi ALLOY PRODUCTION SLAG	8
Podrygalo V., Hraivoronska I. RESEARCH OF SORPTIVE FEATURES OF SLAG	12
Биценко Д. КОМПЛЕКСУВАННЯ РАДАРА ТА ВІДЕОКАМЕРИ ПРИ АВТОНОМНІЙ НАВІГАЦІЇ РОБОТІВ НА НЕЗНАЙОМІЙ МІСЦЕВОСТІ	17
Гулієв Е. І. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ДАНИХ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	20
Бабаєва А. О., Діденко Н. В. РОЗРАХУНОК ДОЗИ ОПРОМІНЕННЯ, ОТРИМАНОЇ ОРГАНАМИ ЛЮДИНИ, ПРИ РОБОТІ В ОСОБЛИВИХ УМОВАХ	22
Плугін Д. А. ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНФОРМАЦІЙНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДЛЯ РІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ПОЗИЦІОНУВАННЯ	24
Романюк А. Д., Ненастіна Т. О. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗСПЮВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ЕЛЕКТРОЛІТІВ	28
Серіков Г. С., Медведський К. І. ОЦІНКА ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖ	30
Синяк Ю. В. МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВИКОНАВЧИХ МЕХАНІЗМІВ РОБОТА ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ	34
<b>Секція 2 Пристрої і методи вимірювання та контролю параметрів потенціально небезпечних процесів. Метрологічне забезпечення безпеки життєдіяльності</b>	
Биценко Д. П., Богатов О. І. ОСОБЛИВОСТІ ОПЕРАТИВНОГО РОЗГОРТАННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ ТА ЗАСОБІВ	40
Коваленко С. А., Пономаренко Р. В., Щербак С. С. ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ІОНІВ АМОНІЮ ЯК ОДНОГО З ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ У ПОВЕРХНЕВОМУ ВОДНОМУ ОБ'ЄКТІ	42
Кондратенко О. М., Бабакін В. М., Литвиненко О. О., Рижченко О. С., Краснов В. А. АНАЛІЗ ВІДОМИХ ФОРМУЛ ПЕРЕРАХУНКУ ПОКАЗНИКІВ ДИМНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ЯК ЧИННИКА ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ	46
Серікова І. О., Медведський К. І. ОПТОЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА СКАНУВАННЯ ГЕОМЕТРІЇ ТЕХНОГЕННО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	51

Гальченко В. Я., Трембовецька Р. В., Тичков В. В., Тичкова Н. Б. ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОДНОРІДНИХ БАГАТОФАКТОРНИХ ПЛАНІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ НА ОСНОВІ КВАЗІПОСЛІДОВНОСТЕЙ СОБОЛЯ	56
Тичков В. В., Гальченко В. Я., Трембовецька Р. В., Товстоп'ят В. О. РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ	62
<b>Секція 3 Проблемні питання прийняття рішень</b>	
Бабаєва А. О. ВИКОРИСТАННЯ МЕТРОЛОГІЇ В ФАРМАЦЕВТИЦІ ТА МЕДИЦИНІ	70
Грабовський П. О., Кондратенко І. О. ПУЛЬСАЦІЯ ОСВІТЛЕННЯ ЯК НЕГАТИВНИЙ ФАКТОР СВІТЛОВОГО СЕРЕДОВИЩА	71
Кравцов М. М., Жебко А. Е., Івкова В. О. НАВЧАННЯ З ПИТАНЬ ОХОРОНИ ПРАЦІ – СКЛАДОВА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ ПІДПРИЄМСТВА	74
Кальченко Д. Ю., Кондратенко І. О. ДО ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ МЕТОДУ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ТЕРМОГРАФІЇ ПРИ ДИСТАНЦІЙНИХ ВИМІРЮВАННЯХ ТЕМПЕРАТУРИ ТІЛА ЛЮДИНИ	78
Коваль А. О., Коваль О. О. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОХИБОК ВИМІРЮВАННЯ ЛІНІЙНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ АВТОНАВАНТАЖУВАЧА	81
Коваль О. А., Коваль Д. О. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ПОБУДОВИ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОЇ ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ ТИСКУ	87
Кравцов М. М., Шведчикова А. О. КУРС «ОХОРОНА ПРАЦІ» І «БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ» – ШЛЯХ ОСВІТИ І ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ	92
Треус І. С., Лежнева О. І. ПРОБЛЕМА ЗАПИЛЕНОСТІ РУДНІЧНОЇ АТМОСФЕРИ ПРИ КОМБАЙНОВОМУ ВИДОБУТКУ КАМ'ЯНОЇ СОЛІ	96
<b>Секція 4 Ліквідація наслідків аварій на техногенно небезпечних об'єктах</b>	
Биценко Д. П. СКОРОЧЕННЯ ЧАСУ ОПЕРАТИВНОГО РОЗГОРТАННЯ ПЕРШИМ РЯТУВАЛЬНИМ ПІДРОЗДІЛОМ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ	102
Черьомухін П. О., Богатов О. І. ОЦІНКА СТАНУ МІКРОКЛІМАТУ НА ДЕРЖАВНОМУ ПІДРИЄМСТВІ «ЕЛЕКТРОВАЖМАШ»	104
Кравцов М. М., Бойченко К. О., Колеснік Е. В. ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ ТРАВМАТИЗМУ НА ВИРОБНИЦТВІ	110
Вамболь С. О., Королев Є. О., Черепньов І. А. ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АДАПТОГЕНІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЗАХВОРЮВАНЬ ПРАЦІВНИКІВ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЦТВ	114

Вамболь С. О., Черепньов І. А., Богомол Д. С. АНАЛІЗ СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ НА ВИРОБНИЦТВІ	119
Воробйов О. Г., Табуненко В. О. АНАЛІЗ ЕКІПРУВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ	123
Катунін А. М., Роянов О. М. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИКРИТЕРІАЛЬНИХ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	128
Кравцов М. М., Клапоух В. Ю. ВПЛИВ ОСВІТЛЕННЯ НА ЗДОРОВ'Я ТА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ЛЮДИНИ	131
Косенко А. О. ЗАПОБІГАННЯ ВИНИКНЕННЮ ТРАНСПОРТНИХ РИЗИКІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ	135
Кунденко М. П., Черепньов І. А., Колокольніков В. О. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕСТ-ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ БІОМОНІТОРИНГУ КОМПЛЕКСНОГО ХІМІЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ УНАСЛІДОК ТЕХНОГЕННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	139
Кравцов М. М., Логвіненко В. І., Сімоненко К. Є. НАСЛІДКИ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЇ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ	143
Наконечний О. А., Щеглаков М. О. ЗАХИСТ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ВІД ТЕРОРИСТИЧНИХ АТАК БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ	147
Кравцов М. М., Негаєва Г. В., Шагун Є. М. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРЯМИХ ТА ПОБІЧНИХ ЗБИТКІВ ВІД ПОЖЕЖІ	149
Пузік Л. М., Даниленко Ю. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН М. ХАРКОВА ТА ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	153
Пузік Л. М., Сокирко К. РИЗИКИ ВПЛИВУ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ПІД ЧАС ДЕРЖАВНОГО ПЛАНУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ ДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ	156
Пузік Л. М., Таран Д. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ПИТАНЬ ПІД ЧАС ПЛАНУВАННЯ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ ГРОМАДИ БОГОДУХІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	162
Мітюк Л. О., Резніченко Д. С. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ ТА ПРАВОВІ АСПЕКТИ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПІД ЧАС ВІЙНИ	167
Роянов О. М., Катунін А. М., Денисенко В. М. ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ПРОЦЕС ПРИМУСОВОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ РЕЗЕРВУАРІВ ЗБЕРІГАННЯ СВІТЛИХ НАФТОПРОДУКТІВ	171
Кравцов М. М., Савенкова Я. Є. НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ НА ЛЮДИНУ	174

Фесенко Г. В., Черепньов І. А., Теплицький М. О. СТІЙКІ РОЗЛАДИ ЗДОРОВ'Я ОПЕРАТОРІВ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В ПРОЦЕСІ ТРУДОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	179
Хабоша С. М., Табуненко В. О. ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ ОБ'ЄКТІВ В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ	183
Черьомухін П. О., Богатов О. І. АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ НАПРЯМКІВ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ НА ПІДПРИЄМСТВІ «ЕЛЕКТРОВАЖМАШ»	188
Чумаченко С. М., Дерман В. А., Черепньов І. А., Цапков Б. І. ОСОБЛИВОСТІ ЄМНОСТЕЙ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ЗАПАСУ ПИТНОЇ ВОДИ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	194
Кравцов М. М., Шведчикова А. О., Юрлакова І.О. ВИВЧЕННЯ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ ДИСЦИПЛІНАМИ «ОХОРОНА ПРАЦІ» ТА «ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ»	198

# **Секція 1**

## **Вимірювальні інформаційні технології на техногенно небезпечних об'єктах**

## **CHEMICAL COMPOSITION OF FeNi ALLOY PRODUCTION SLAG**

At present the complex use, the complete utilization of production wastes and the decrease of environmental pollution are very urgent problems. Wastes can be considered as anthropogenic sources of mineral resources. As the cost of raw materials goes up the wastes processing and their utilization have to be introduced wider. Some wastes can be used as a substitute in both materials and products that are applied in various spheres of human activity. One of the perspective kinds of wastes is metallurgical slag. Ferroalloy slag is applied as fertilizers, to neutralize industrial drainage, to produce cement clinker and in road building.

The aim of paper is to clarify possibilities to make use of metallurgical slag in the production of multicomponent building materials. The object of research is slag of Pobuzhskiy ferronickel plant (PFNP) to produce an alloy of iron and nickel.

The use of slag as a building material needs research on its chemical composition, structure, inertness in water, resistance to lixiviation and other factors.

**Mineralogical composition of slag of PFNP.** The composition of a slag crystalline part is specified by X-ray analysis taken with the powder diffractometer Siemens D500 in copper radiation with a graphitic monochromator. The slag of PFNP contains the main minerals  $\text{Ca}(\text{Mg,Fe,Al})(\text{Si,Al})_2\text{O}_6$  diopside aluminian and  $\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$  diopside which belong to a group of clinopyroxene that are silicates or aluminum silicates. Crystalline diopside is a chemically inert substance. Diopside hardness on Mohs scale is 6,9-7,2. The diopside structure is on fig. 1. Silicate tetrahedrons are united in the group of three where an edge of a tetrahedron and vertices of two neighboring tetrahedrons are united. The groups of tetrahedrons are located between layers which consist of magnesium octahedrons



(darker in colour) and distorted eight-vertex figures (light in colour). The structures of diopside type might contribute to formation of solid solutions which contain other cations. The layer structure of diopside might predispose it to demonstrate sorption properties. The explicit wavy characteristic of the background of both diffraction patterns enables to suppose that the samples have an amorphous phase.

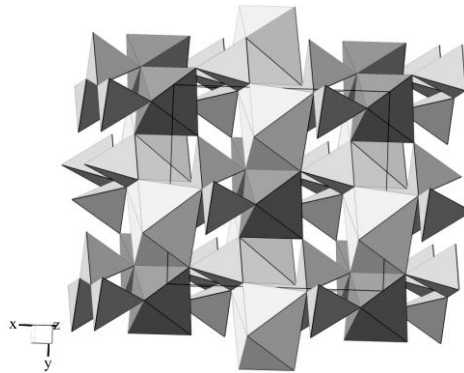


Fig. 1 – Diopside structure:  $a=9,750$ ;  $b=8,926$ ;  $c=5,251\text{\AA}$ ;  $\beta=105,90^\circ$

X-ray analysis shows that slag samples, a dry one and a sample that has been soaked in water for one month, are alike and contain one or several phases having the diopside structure  $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ . Analysis by Rietveld method indicates that the soaked slag sample contains insignificant quantities of quartz  $\text{SiO}_2$ , margarite  $\text{Ca}_{0,88}\text{Na}_{0,12}\text{Al}_2(\text{Si}_{2,12}\text{Al}_{1,88}\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ , albite  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  and illite  $\text{K}(\text{Al}_4\text{Si}_2\text{O}_9)(\text{OH})$ . Weight content of diopside is 92,4 %, quartz – 3,1 %, margarite – 1,8 %, illite – 0,9 %, albite – 1,9 %. Presence of quartz and albite might be stipulated by the wash-out of surface dispersed constituents into the solution. Unlike this, margarite and illite can be formed when slag minerals and water interact.

Estimation of the mineralogical composition of slag enables to classify it according to acid-base properties using the modules of acidity (Ma) and basicity (Mb) which are accordingly equal to the addition of acid and main oxides and vice versa:

$$\text{Ma} = \frac{\text{SiO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{TiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3}{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{FeO} + \text{MnO}}; \quad \text{Mb} = \frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{FeO} + \text{MnO}}{\text{SiO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{TiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3}.$$

Slag oxide composition enables to correctly calculate its acid-base properties (table 1). Amphoteric oxide  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in acid slag reveals itself as basic. It has been taken into account during calculations. Slag is acid.

Table 1 – Slag oxide makeup of PFNP ferronickel production, acidity and basicity modules

Oxide mass fraction, %									Ma	Mb
CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	TiO <sub>2</sub>	others	1,38	0,72
12,5	9,0	50,0	14,0	7,0	1,5	0,9	0,4	< 0,2		

Crystal phases in acid slag are well crystallized and an amorphous phase is 50 % of volume. It is associated with initial acidity of melt. Acidity growth sharply increases viscosity and decreases the crystalline ability of silicate melt. Viscous and acid melt hardening is usually accompanied by glass formation. In the case under scrutiny it is confirmed by diffraction patterns and micropictures where you can clearly see a glass phase and loose pores on the surface of a non-atomized sample.

**Element composition of slag of PFNP.** Chemical elemental composition of slag is determined by means of the electron probe microanalysis (EPMA) method on the scanning electron microscope JSM-6390 LV with the system of micro roentgen analysis INCA.

The elemental compositions of the granulometric fractions of PFNP are practically identical (table 2). The content of heavy metals is low.

Atomic absorption analysis on the spectrophotometer Saturn additionally discovered the copper content of  $4,8 \cdot 10^{-4}$  % and cobalt content of  $3,0 \cdot 10^{-3}$  %.

Tests on the desorption of the cations into acid solutions and alkalis within 24 hours indicate that the metal ion concentration is lower than sanitary standards,  $\text{mg/dm}^3$ :  $\text{Cu}^{2+}$  - 1;  $\text{Co}^{2+}$  - 0,1 (table 3).

Table 2 – Elemental composition of slag samples of PFNP

Chemical element	Mass concentration of element, %	
	fraction, mm	
	>20	<2,5
O	63,94	52,60
Na	0,57	0,00
Mg	3,50	3,15
Al	4,44	8,95
Si	17,28	18,01
S	0,07	0,10
Cl	0,06	-
K	0,18	0,24
Ca	6,38	8,76
Ti	0,11	0,15
Cr	0,23	0,65
Mn	0,19	0,40
Fe	3,05	7,00

Table 3 – Results of atomic absorption analysis to desorb copper and cobalt ions out of slag of PFNP into solutions of various compositions

Element	Mass concentration of metal ions, mg/dm <sup>3</sup>	
	after desorption into solution	
	1 H H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1 H NaOH
Cu <sup>2+</sup>	0	0,04
Co <sup>2+</sup>	0,08	0,05

**Slag radioactivity.** Gamma-ray spectrometry analysis of slag is made by means of a scintillation gamma-ray spectrometer. Slag composition contains radionuclides: <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th и <sup>40</sup>K. The parameter C<sub>eff</sub> for slag fractions does not exceed 370 Bq/kg. It is the first class radiation hazard. According to radiation characteristics, slag can be used as a building material.

Thus, according to the mineralogical, elemental and radionuclide composition as well as the absence of the toxicity and chemical stability of the metallurgical slag of PFNP, it can be used as a filling agent of multicomponent concrete.

Table 4 – Results of gamma-ray spectrometry analysis of slag factions

Slag fractions (mm) to produce FeNi alloy	C <sub>i</sub> , Bq/kg			C <sub>sum.</sub> , Bq/kg	C <sub>eff.</sub> , Bq/kg
	<sup>40</sup> K	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th		
<2,5	112,0	63,0	36,3	211,0	120,0±12,5
10-20	84,3	53,1	44,5	182,0	119,0±13,1
>40	67,3	61,8	37,0	166,0	116,0±13,5

*Podrygalo V., stud., Hraivoronska I., docent*

*Kharkiv National Automobile and Highway University*

## RESEARCH OF SORPTIVE FEATURES OF SLAG

Reuse of industrial waste in various industries, including construction materials wastes requires prior research of their chemical properties, surface structure and sorption activity.

**The aim of the work** was to determine the sorption capacity of metallurgical slag of Pobuzhsky Ferronickel Plant (PFNK) with respect to the organic dye methylene blue (MB).

**PURPOSE:** determination of the change of surface morphology under different conditions, to ascertain the conditions of slag activation with increasing of speed and sorption capacity.

Morphological features of slag surface were studied by means of scanning electron microscope JSM-6390 LV. Using of scanning electron microscopy showed the presence of the amorphous state of substances and the structure-porosity on the sample surface of PFK slag. According to characteristics of the surface layer, slag is a good sorbent with numerous microscopic protrusions, recesses, and the presence of sorption active centers.

To increase the degree of loosening the surface, increasing the number of compounds in the amorphous state and increase of sorption capacity of slag is necessary to conduct its chemical activation. Microscopic examination of slag

surface, activated by various chemical agents, showed changes in the surface morphology of slag (etching and loosening) when treated by solutions of acids and alkali (Fig. 1).

Response of the slag surface with acid leads to the formation of amorphous gel as a result of polycondensation of the active silicic acid. There were registered amorphous formations with blurred boundaries in the structure of the bulk. Loosening of the surface is directly related to an increase in sorption capacity: the more developed the surface is, the greater sorption activity gets the slag sorbent.

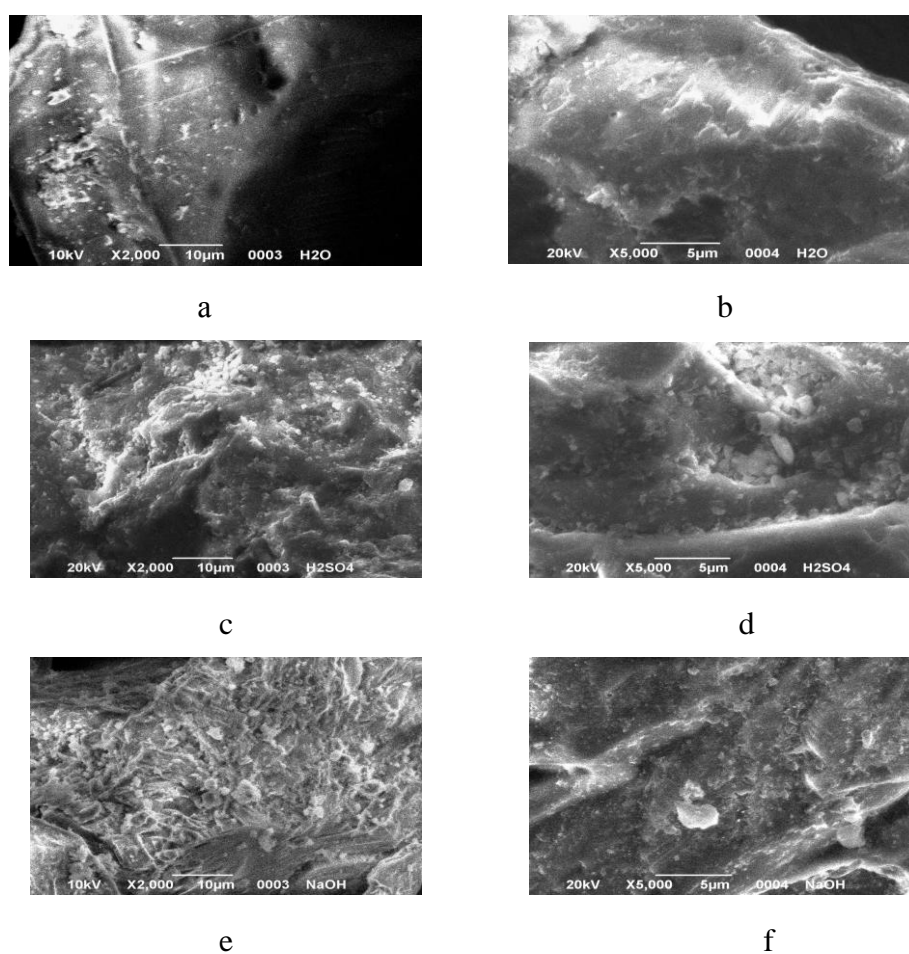


Figure 1 – Photomicrographs of PFNK slag surface when it is activated, a, b – by water, c, d – 0.5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; e, f – 1 M NaOH at magnifications: a, c, e – 2000; b, d, f – 5000

The sorption properties of slag were determined under static conditions according to changing of sorbate concentrations in MB solution. Sorption was studied by means of spectrophotometric method using SPEKOL 11 at wave length of  $\lambda = 620$  nm. Static exchange capacity of the slag (SEC) was determined by the following formula

$$SEC = \frac{(C_1 - C_2) \cdot V}{m}, \text{mg / g,}$$

where  $C_1$  and  $C_2$  – concentrations of sorbate, before and after sorption,  $\text{mg/dm}^3$ ;

$V$  – volume of solution,  $\text{dm}^3$ ;  $m$  – mass of sorbent, g.

The slag was prepared to pre-sorption by exposure in water solutions of acids or alkalis NaOH at different temperatures during one day. Sorption was carried out under static conditions. The ratio of slag and MB solution ( $C = 0,01 \text{ g/dm}^3$ ) 5 g: 100 ml. Time of exposure time – 3 days. The experimental results are shown in table 1.

Activation of slag as sorbent MB in acid solutions is more effective compared to the alkaline treatment and soaking in water. The highest efficiency of MB solution extraction is achieved by pre-exposure in 0.5 M solution of  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . The effectiveness of activated slag varies with temperature. When activated by water SEC and the efficiency of MB extraction from the liquid phase do not change considerably. For alkali solution minimum of SEC is observed within the temperature range – 40-50 °C, the maximum value of SEC – at 70-80 °C. When activated in sulfuric acid solution, the minimum SEC of slag according to MB is observed in the temperature range 50-60 °C. Raising of temperature to 70-80 °C resulted in a slight increase in SEC. The highest value of SEC is observed at 20 °C (Fig. 2). Thus, the most desirable is the chemical activation of sulfuric acid at 20°C.

However, when activated by different agents the change of the surface may be due to dissolution of various chemical components of slag. The calculation of the oxide composition of slag based on the results of the micro roentgen analysis revealed change in the chemical composition in different types of chemical activation. Any type of chemical exposure leads to leaching of aluminum, silicon and magnesium from slag. Compared with aqueous acid and alkali treatment reduce the activation of magnesium and iron.

Table 1 – Change of sorption capacity of PFNK slag in acid and alkaline activation

Pre-soaking in solution	t, °C	Mass concentration of MB after sorption, g/dm <sup>3</sup>	Extraction efficiency of MB from solution, %	SEC of slag, mg/g
1 M HCl	20	0,0028	72	0,144
1 M HNO <sub>3</sub>	20	0,0028	72	0,144
0,5 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20	0,0023	<b>77</b>	<b>0,154</b>
0,25 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20	0,0031	69	0,138
0,125 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20	0,0032	68	0,136
0,05 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20	0,0033	67	0,134
0,025 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20	0,0038	62	0,124
0,005 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20	0,0039	61	0,122
0,5 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40	0,0049	51	0,102
0,5 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	50	0,0061	39	0,078
0,5 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	60	0,006	40	0,08
0,5 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	70-80	0,0056	44	0,088
1 M NaOH	20	0,0039	61	0,122
1 M NaOH	40	0,0056	44	0,088
1 M NaOH	50	0,0054	47	0,092
1 M NaOH	60	0,0052	48	0,096
1 M NaOH	70-80	0,003	70	0,14
H <sub>2</sub> O	20	0,0046	54	0,108
H <sub>2</sub> O	40	0,0044	56	0,112
H <sub>2</sub> O	50	0,0051	49	0,098
H <sub>2</sub> O	60	0,0059	41	0,082
H <sub>2</sub> O	70-80	0,0054	46	0,092

In addition, sulfuric acid activation of slag leads to dissolution of compounds of potassium and manganese. Alkaline activation causes dissolution of silica. The total loss of parts by weight of the order of these elements: 5,78 % in the acidic environment and 11,52% – in alkaline. The maximum value of SEC slag after acid activation under static conditions was set for 20 days (Fig. 3).

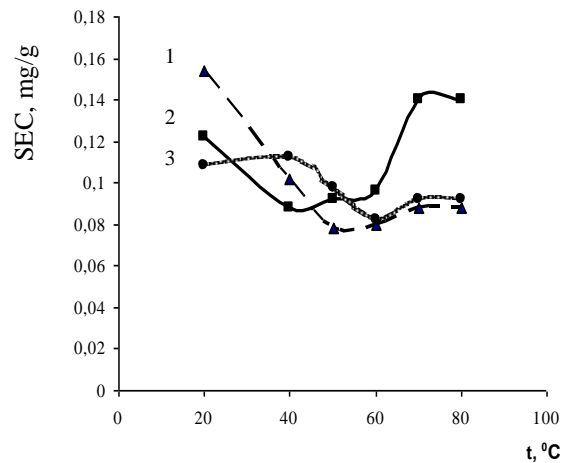


Figure 2 – Changing of slag SEC when it is activated: 1 – in solution of 0,5 M  $H_2SO_4$ ; 2 – in solution of 1 M NaOH; 3 – in water at different temperatures

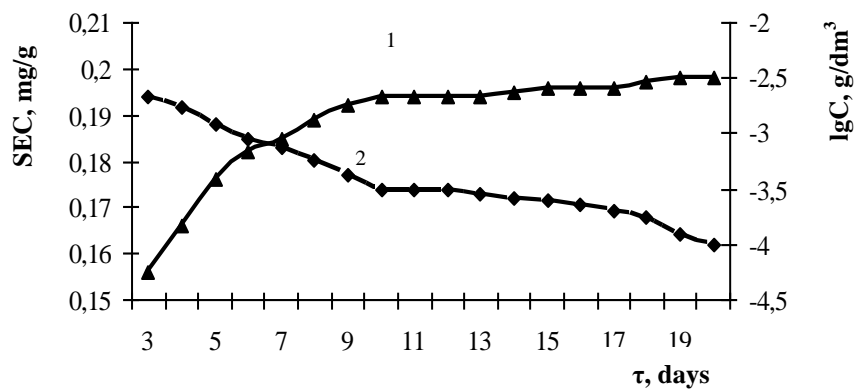


Figure 3 – Changing of SEC of PFNK slag and concentration of MB sorbate in solution during the time period of: 1 – SEC, mg/g, 2 –  $lgC$  ( $g/dm^3$ )



Thus, the expression of sorption properties of metallurgical slag in relation to organic dyes is shown. It was determined that an increase in sorption capacity of slag is due to the increase in the fraction of the amorphous state of substances and increase of surface area of slag at its acid activation.

*Биценко Д., магістр*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **КОМПЛЕКСУВАННЯ РАДАРА ТА ВІДЕОКАМЕРИ ПРИ АВТОНОМНІЙ НАВІГАЦІЇ РОБОТІВ НА НЕЗНАЙОМІЙ МІСЦЕВОСТІ**

Виявлення наземних орієнтирів відповідними пристроями мобільного автономного робота (радаром, ультразвуковим далекоміром, відеокамерами) супроводжується низкою проблем, які потрібно вирішувати.

*Орієнтиром* будемо називати будь-який зосереджений об'єкт природного або штучного походження, який може бути надійно виявлений роботом на місцевості і від якого буде здійснюватися відлік координат.

*Наземний орієнтир*, як правило, повинен мати невеликі розміри в горизонтальній площині. Він у більшості випадків є нерухомим і повинен виявлятися на фоні нерухомих об'єктів навколишньої місцевості. Для відеокамер цей факт є сприятливим, але для радара та ультразвукового далекоміра, навпаки, значно ускладнює процес виявлення. Це обумовлено тим, що сигнали, що відбиті від орієнтира та навколишньої місцевості, майже не відрізняються між собою.

В роботі «Determination of landmarks by mobile robot's vision system based on detecting abrupt changes of echo signals parameters», що була представлена на 44<sup>th</sup> Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society в Окрузі Колумбія в жовтні 2018 року професором Полярусом О.В., доцентом

Поляковим Є.О., та Ліндер Лінелем показано, що виявлення орієнтирів роботом може реалізовуватись з високою ймовірністю в процесі швидкого сканування простору антеною за рахунок оцінювання стрибків параметрів сигналів (зокрема, амплітуди), які виникають при скануванні. Зменшення ширини діаграми спрямованості (ДС) антени дозволяє отримати сигнал, відбитий фактично тільки від орієнтиру, але аналогічний сигнал можна отримати від елемента місцевості, тобто радар не здатний розрізнити сигнали від орієнтира та місцевості навіть при істотному збільшенні коефіцієнта підсилення антени, потужності передавача та чутливості приймача. Такий висновок підходить і для ультразвукового далекоміра. Збільшення коефіцієнта підсилення антени потребує зменшення довжини хвилі або істотного збільшення розмірів антени, що неприпустимо для робота.

Найбільш потужне розсіювання електромагнітних хвиль (ЕМХ) відбувається в резонансному діапазоні, тобто не при малих довжинах хвиль, оскільки реальні наземні орієнтири мають метрові розміри. Хвилі з малою довжиною (сантиметровий, міліметровий діапазони) розсіюються від трави, листя, дрібних нерівностей поверхні землі та об'єктів, а також від великих частин рельєфу місцевості. На вході приймача часто існує потужний шум за рахунок розсіювання хвиль від дрібномасштабних неоднорідностей рельєфу. ЕМХ метрового діапазону практично не розсіюються на дрібномасштабних нерівностях. В напрямку на приймальну антену радара робота приходять сигнали, що відбиті від дзеркальних точок поверхні місцевості. Дзеркальними точками поверхні будемо називати такі точки, в яких промінь, проведений з фазового центру антени радара робота, є ортогональним дотичній площині до поверхні в цій точці. Якщо область на поверхні, що охоплює дзеркальну точку, є сумірною за розмірами з областю істотною для відбиття (першою зоною Френеля), то енергетичні характеристики відбитого сигналу, наприклад, амплітуда, є високими. В кутових межах ДС антени можна очікувати появлення декількох дзеркальних точок, а, значить,

декількох відбитих сигналів з різними у загальному випадку амплітудами і фазами. Кількість дзеркальних точок є невідомою наперед. В окремих випадках їх кількість можна оцінити з допомогою відеокамер.

Отже, в розкритті антени створюється інтерференційне поле електромагнітних хвиль від невідомого числа відбитих хвиль і до їх числа може належати і ЕМХ, що відбивається від орієнтира. Якраз ця хвиля має практичний інтерес, але її важко відділити від інших відбитих хвиль, використовуючи тільки відбиті сигнали, що випромінювались радаром.

Нехай  $A_i(t)$  є амплітудою сигналу, що відбивається від  $i$ -ої дзеркальної точки поверхні рельєфа місцевості, а  $j_i(t)$  - його фаза. На приймач радара поступає сумарний сигнал амплітудою  $A_r(t)$  та фазою  $j_r(t)$ . Згідно з методом комплексних амплітуд

$$A_r(t)e^{-j_r(t)} = \sum_{i=1}^n A_i(t)e^{-j_i(t)}, \quad (1)$$

де  $n$  - наперед невідоме число сигналів, відбитих від дзеркальних точок та наземного орієнтира (орієнтирів). Фази сигналів  $j_i(t) = k\psi_i(t)$  є функцією відстаней  $r_i(t)$  від фазового центру антени до  $i$ -ої дзеркальної точки та довжини хвилі  $l$ , оскільки хвильове число  $k = \frac{2\pi}{l}$ .

В рівнянні (1) відомими функціями є  $A_r(t)$ ,  $j_r(t)$ , які вимірюються або можуть вимірюватись. Невідомі функції  $A_i(t)$ ,  $j_i(t)$  не можуть бути однозначно визначені з рівняння (1) навіть при відомому  $n$ . З іншого боку, більшість цих функцій не потрібні для навігації роботів, а тільки сигнал, що відбитий від орієнтиру, може використовуватись для обробки та аналізу.

Міліметровий радар забезпечує відносно високу розрізнявальну здатність по дальності, але має низьку кутову розрізнявальну здатність (azimuth/elevation). CCD камера, навпаки, має високу просторову

розрізнявальну здатність, але низьку точність оцінки дальності до об'єкта, як це показано в публікації для International Journal of ITS Research, «Moving Obstacle Segmentation Using MMW Radar and Image Sequence» авторства Shigeki Sugimoto, Hidekazu Takahashi, Masatoshi Okutomi. Отже, ММХ радар та камера взаємно доповнюють одна одну.

Література:

1. Poliarus O. V., Poliakov Ye. O., Lindner L. Determination of landmarks by mobile robot's vision system based on detecting abrupt changes of echo signals parameters. - The 44 th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. – Washington D. C., USA, October 21-23, 2018, pp. 3165...3170.;

2. Shigeki Sugimoto, Hidekazu Takahashi, Masatoshi Okutomi. Moving Obstacle Segmentation Using MMW Radar and Image Sequence. – International Journal of ITS Research, 2004, vol. 2, No 1, pp. 55...65].

*Гулієв Е.І., студент групи ММ-61-22*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ДАНИХ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

Для прийняття рішення людиною щодо стану технічних об'єктів (ТО) та навколишнього середовища (НС), як правило, використовуються графіки чи таблиці. При невеликій кількості фізичних параметрів об'єкта або середовища таке подання даних часто цілком задовольняє фахівців. Якщо кількість одночасно вимірюваних параметрів є великою, їх візуальний аналіз являє собою складне завдання і часто зводиться до вибору двох основних параметрів або знаходження кореляції між різними фізичними параметрами, що змінюються в часі та просторі.

На цей час існує добре розвинутий апарат подання інформації на основі геоінформаційних систем, в яких збирають, зберігають в цифровому вигляді,

аналізують та візуалізують просторові дані та інформацію, що вони несуть про об'єкти. Для цього необхідна підкладка (основа) для занесення інформаційних шарів або карта даних. На відміну від географічної карти, в якій сусідні об'єкти не в значній мірі відрізняються своїми географічними координатами, на карті даних подібні об'єкти мають близькі фізичні чи інші властивості. Така карта може трактуватись також як інформаційна модель даних.

Для прийняття автоматизованого або автоматичного рішення про стан ТО можуть використовуватись методи мінімізації ризику, що побудовані на основі статистичних рішень. До зазначених об'єктів можна віднести теплоелектроцентральною (ТЕЦ), яка є джерелом теплової та електроенергії. Наприклад, ТЕЦ, що здійснює викиди в атмосферу газів, можна вважати справною з екологічної точки зору, якщо концентрація шкідливих газів не перевищує наперед встановлену норму (поріг). Далі справність ТЕЦ будемо розуміти як її властивість не пропускати в атмосферу газів з концентрацією шкідливих речовин більше допустимих. Оскільки шкідливих газів багато, то в результаті вимірювання отримують багатомірні дані. Оператор може здійснювати візуальний контроль за рівнем концентрації всіх газів, що впливають на стан НС, але прийняти яке-небудь рішення важко по одиничним стрибкам концентрації газів вище межі порогу. Обґрунтоване рішення виробляється тільки на основі аналізу статистичних даних по концентрації кожного шкідливого газу. Таку роботу оператор-людина виконати неспроможний. З допомогою комп'ютера обробляють отриману вимірювальну інформацію, в результаті чого отримують закони розподілу концентрації кожного з шкідливих газів при справній та несправній ТЕЦ. Потім встановлюється поріг шкідливої концентрації кожного з вибраних газів і відомим методом мінімуму середнього ризику визначається ймовірність знаходження ТЕЦ у несправному або справному станах при наперед заданому рівні хибної тривоги, тобто ймовірності того, що справна

ТЕЦ буде віднесена до несправних або несправна ТЕЦ буде вважатись справною.

*Бабаєва А. О., студентка*

*Діденко Н. В., доцент, к.т.н*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **РОЗРАХУНОК ДОЗИ ОПРОМІНЕННЯ, ОТРИМАНОЇ ОРГАНАМИ ЛЮДИНИ, ПРИ РОБОТІ В ОСОБЛИВИХ УМОВАХ.**

У своєму житті людина стикається з різними видами іонізуючого випромінювання. Іонізуюче випромінювання, проходячи через біологічні тканини, викликає їх іонізацію, призводить до утворення позитивних і негативних іонів і складних фізико-хімічних процесів, функціональних і морфологічних змін. Молекули води, які входять до складу тканин і органів, розпадаються, утворюючи вільні атоми і радикали, які мають велику окислювальну здатність, що ушкоджує клітини і порушує нормальний біологічний процес в живій тканині. Зміни фізичних та біологічних процесів в організмі в залежності від дози опромінення, тобто функції окремих органів і всього організму людини можуть відновлюватися повністю або вести до функціональних порушень організму та виникнення променевої хвороби.

Залежно від поглиненої дози ці зміни можуть бути оборотними і необоротними. При невеликій дозі, пошкоджені тканини відновлюють свою функціональну діяльність, а значна доза викликає незворотні пошкодження окремих органів або всього організму.

При рівномірному опроміненні всього тіла критичними є ті органи і тканини, які найбільш радіо-чутливі і функції яких найбільш важливі для життєдіяльності організму.

Небезпека внутрішнього опромінення є значно вище, ніж зовнішнього, оскільки джерело опромінення впритул наближено до опроміненого органу. Окремі радіоактивні речовини мають властивість вибірково акумулюватися в тих чи інших органах, а також вибірково впливати на різні органи людини.

Гамма-випромінювання являє собою електромагнітне випромінювання, яке поширюється зі швидкістю світла і має високу проникаючу здатність. При впливі його на живі тканини порушуються молекулярні зв'язки і атоми перетворюються в іони. Залежно від отриманої дози наслідки для опроміненої людини можуть бути самими різними від незначних змін в стані здоров'я до так званої «смерті під променем».

Для проведення чисельного моделювання була обрана програмна платформа GEANT4 та розроблена серія нормативних параметрів у вигляді серії залежностей між ступенем зменшення поглиненої людиною енергії та енергії джерела випромінювання. Такі залежності отримані для 8 органів тіла людини (табл. 1) в діапазоні енергій випромінювача від 100 кеВ до 1,5 МеВ.

Таблиця 1.

№	Найменування органу
0.	Головний мозок
1.	Голова
3.	Ліва надниркова залоза
4.	Кістка лівої руки
5.	Ліва молочна залоза
6.	Ліва ключиця
7.	Ліва нирка
8.	Ліва нога

На рис. 1 представлена залежність між ступенем зниження поглиненої людиною енергією і енергією джерела випромінювання. На графіках залежностей справа дана нумерація органів людини (жінки), відповідно табл. 1 (крайній правий стовпчик).

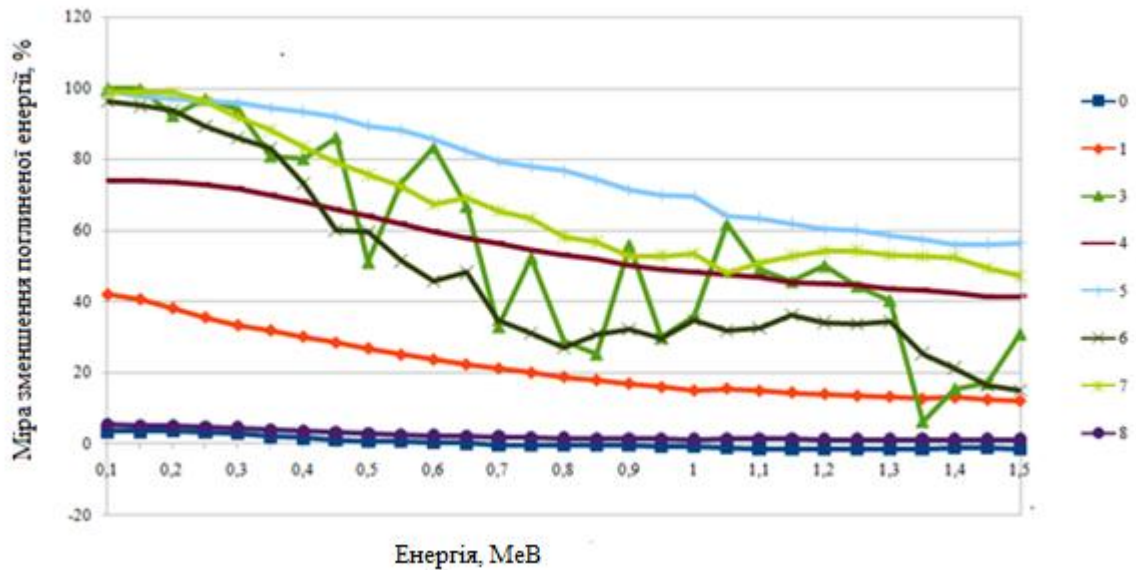


Рисунок 1 – Ступень зменшення поглинання енергії гамма-випромінювання органами людини від енергії

З рис. 1 видно, що при збільшенні енергії органи людини поглинають більшу дозу, що природно, але різні органи по-різному поглинають дозу і ступінь поглинання її в залежності від енергії не лінійна.

В результаті проведених досліджень визначено особливості впливу іонізуючого випромінювання на організм людини, при цьому проаналізовано його види та визначені характеристики.

*Плугін Д. А., студент*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНФОРМАЦІЙНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДЛЯ РІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ПОЗИЦІОНУВАННЯ**

Загальна ефективність інформаційної підсистеми керування машинами впливає на забезпечення швидкості й точності виконання операцій у техногенно небезпечних середовищах. Система позиціонування є фундаментальною частиною сучасної системи управління, оскільки при



будь-яких небезпечних операціях має бути відоме положення робочого обладнання у просторі. Сукупність GPS -інтенсифікаторів та проміжних модулів контролю дозволяє здійснити електронну передачу керованих даних в блок управління і безперервно оновлювати дані про хід робочого процесу [1]. Це дає можливість у комплексі проводити обробку та розподіл інформації про стан об'єкту моніторингу. Такі системи потребують багато обчислювальних ресурсів для обробки великих масивів різнотипних даних. Ці завдання можливо вирішити тільки завдяки сучасному програмно-інформаційного інструментарію [1].

Сьогодні на ринку програмних продуктів є безліч систем, що дозволяють автоматизувати процес планування місцевості й побудувати віртуальну модель робочого середовища, а також управляти робочими органами машин [2]. Прикладом є компанія Leica Geosystems. Підсистема Leica ConX дозволяє відслідковувати робочий процес у режимі реального часу за допомогою будь-якого пристрою. Дані візуалізують, обробляють за допомогою хмарного рішення й вебінтерфейсу. Leica ConX дозволяє візуалізувати і перевіряти проектні моделі, дані зйомки й хід роботи за допомогою інструментів аналізу з метою моніторингу й ведення звітності щодо продуктивності ділянки (рис.1).

Модуль iCON office забезпечує передачу даних з офісу на робочу ділянку завдяки інтеграції програмного інструментарію у систему Leica ConX. Модуль Leica iCON office сумісний із системами керування машинами.

Програмне забезпечення підтримує керування датчиками від Leica Geosystems, а також інших виробників: AutoCAD DWG і DXF; IFC; мікростанцій DGN; LandXML; MX / Moss; REB. Опціональний модуль моделі рельєфу місцевості в Leica iCON дозволяє розрахувати обсяг виконуваних робіт на поверхні й на висоті.

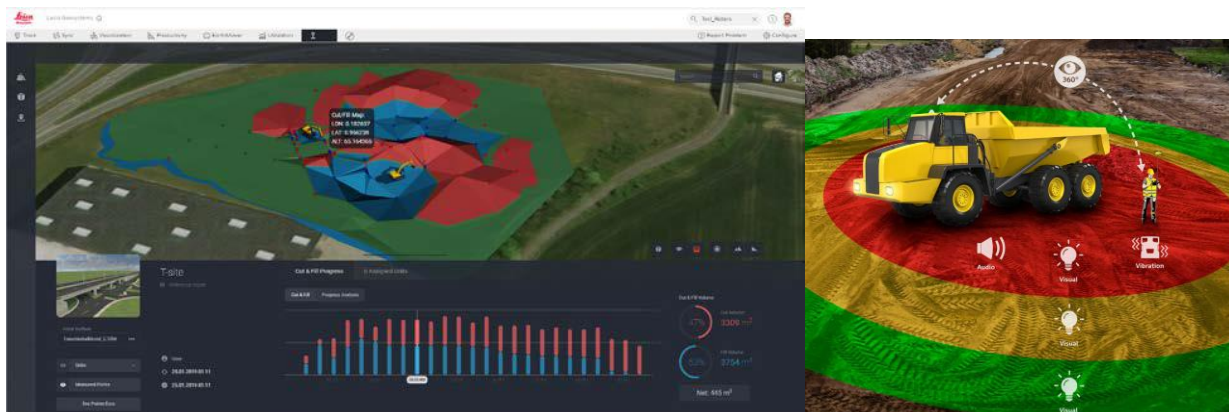


Рис. 1 – Інструментарій Leica ConX

Leica Geosystems працює з HxGN SmartNet - це інтегрована цілодобова GNSS мережа, для забезпечення GNSS і RTK вимірів, побудована на найбільш референтній мережі, що дозволяє пристроям з підтримкою GNSS вимірів, швидко визначити точне місце розташування об'єктів керування (рис.2).

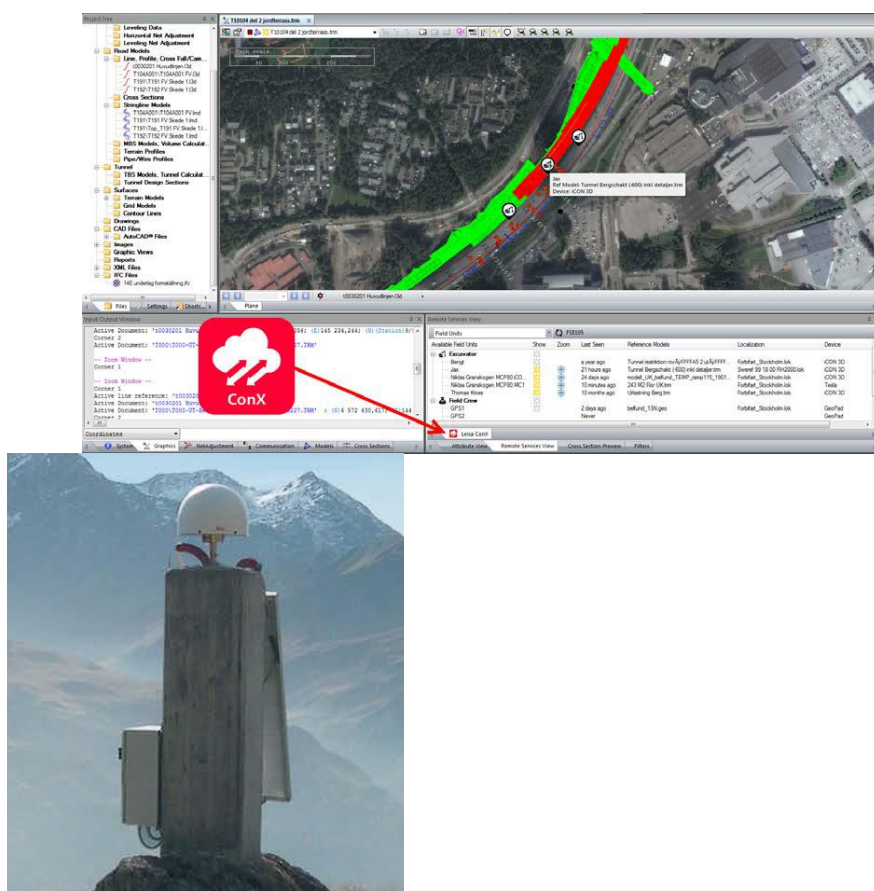


Рис. 2 – Інструментарій iCON office та HxGN Smartnet

Володіючи більш ніж 4500 референтними станціями система HxGN SmartNet забезпечує одержання максимально швидких і точних координат.

Модуль iCON site дозволяє перевірити й визначити роботу на правильній глибині, із правильним профілем, ухилом або поверхнею. iCON site розроблений для повної інтеграції з будь-якими сенсорами й рішеннями для машин Leica iCON. Цей модуль дає можливість обміну даними із пристроїв, проектами й операторами, підвищує гнучкість і зменшує можливі простой в роботі. Переваги сучасного інструментарію: інформація про звіти і статистика в реальному часі на ділянці; мінімізація помилок; збільшення коефіцієнта використання машини й зниження витрат на паливо; вимір і калібрування на ділянці; зниження часу простою машини й підвищення продуктивності [3].

Програмний інструментарій завдяки методу розрахунку керуючого впливу, дозволяє бортовій ЕОМ визначити керування за 1 програмний цикл у порівнянні з багатьма циклами наявними методами.

Розроблені за останні роки системи управління машинами об'єднують досягнення в області супутникового позиціонування GPS і відповідні мехатронні засоби. Під час досліджень системи управління виконавчим механізмом найчастіше застосовують геодезичну систему моніторингу з використанням одночасно декількох компонентів. Це дає можливість у комплексі з ефективним програмним інструментарієм проводити обробку та розподіл інформації про стан об'єкту моніторингу.

Література:

1. Kahmen H., G. Retscher. Precise 3-D Navigation of Construction Machine Platforms. in: Papers presented at the 2nd International Workshop on Mobile Mapping Technology, April 21-23, 1999, Bangkok, Thailand, pp. 5A.2.1-5A.2.5.
2. Leica-geosystems. URL: <https://leica-geosystems.com/ru/products/total-stations> (дата звернення 28.10.2022).

3. Salychev O. Inertial Systems in Navigation and Geophysics. Bauman MSTU Press, Moscow 1998, pp. 11-30.

*Романюк А. Д., студент*

*Ненастіна Т. О., д.х.н., проф.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ВИЗНАЧЕННЯ РОЗСІЮВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ЕЛЕКТРОЛІТІВ**

Однією з передумов одержання якісних гальванічних покриттів є електропровідність розчинів електролітів ( $\chi$ ), високий рівень якої сприяє рівномірному розподілу електричного поля в електроліті, зниженню витрат електроенергії та дозволяє отримувати якісні покриття. Щоб оцінити розсіювальну здатність електролітів, застосовують комірки різних конструкцій, в яких експериментально визначають розподіл струму по металевій основі і отримані з досліджуваними електролітами результати зіставляють. Також іноді розподіл струму та металу визначають розрахунковим шляхом [1]. За цими показниками зазвичай наводять якісну характеристику розсіювальної здатності, та вважається, що вона вища у того електроліту, в якого вторинне розподілення струму або металу в цій клітинці більш рівномірній.

Для здійснення швидкого дослідження та тестування працездатності різних електролітів, що застосовуються в гальванічному виробництві, використовується електрохімічна комірка з кутовим катодом – комірка Хулла (рис.1).

Комірка Хулла представляє собою невелику гальванічну ванну об'ємом 267 мл, в якій катод розташований до анода під кутом  $51^\circ$ .

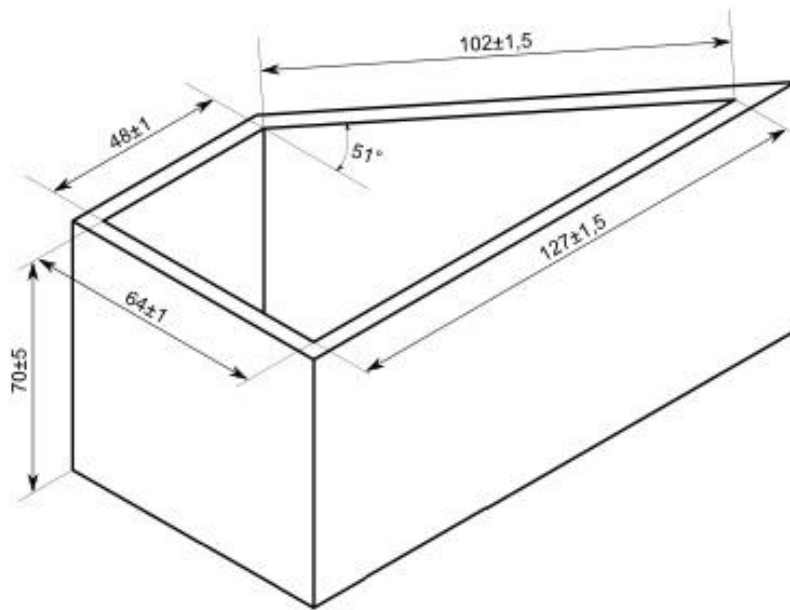


Рисунок 1 – Комірка Хулла

Оскільки конструкція комірки Хулла трапецієподібна, завдяки тому варіюється відступ між анодом і катодом. Через такі особливості змінюється і густина струму між анодом і катодом, причому у місці найменшого відступу обох електродів спостерігається найвища густина струму, а там, де відступ найбільший - найнижча густина струму. Розподіл густин струму проходить не лінійно, при зменшенні відступу воно збільшується все швидше.

При використанні комірки Хулла РЗ оцінюють за кривими розподілу приросту маси металу від міжелектродної відстані, що будуються у координатах  $\delta_i/\delta_{\text{ср}}-l_i$ ,

де  $\delta_i$  – приріст маси  $i$ -ї пластини розбірного катода,

$\delta_{\text{ср}}$  – середній приріст маси, що розраховується як  $\Sigma \delta_i/n$ , ( $n$  – кількість пластин, що звичайно становить від 6 до 10);

$l_i$  – відстань від пластини розбірного катода до анода.

Відповідно до Держстандарту 9.309–86 вимірювання РЗ рекомендують робити в комірці з використанням розбірного катода, що складається з 10 пластин. Розсіювальну здатність розраховують по формулі:

$$PЗ = \left( 1 - \frac{(B_1 - 1) + (B_2 - 1) + \dots + (B_n - 1)}{6,37} \right) 100 \quad (1)$$

де 6,37 – коефіцієнт, що обумовлений первинним розподілом струму.

До основних функцій комірки Хулла можна віднести:

- швидке визначення можливих причин неполадок роботи електроліту виходячи з отриманого покриття;
- визначення розсіювальної здатності електроліту за струмом (якісна характеристика складу електроліту за основними компонентами);
- визначення розсіювальної здатності електроліту по металу (залежність товщини покриття від густини струму);
- визначення витрати та перевірка якості блискоутворюючих добавок, та порівняльна характеристика різних блискоутворювачів;
- вибір робочого діапазону густин струму, визначення зовнішнього вигляду покриттів залежно від густини струму;
- оцінка ступеня забруднення електроліту іонами важких металів та органічними речовинами; перевірка якості основних хімікатів;

Вимірювання в комірці Хулла дозволяють більш точно моделювати поверхню складного профілю металевих виробів.

*Серіков Г. С., к.т.н., доц. кафедри ТМ та РМ*

*Медведський К. І., магістр*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ОЦІНКА ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖ**

Застосування транспортних засобів для перевозки отруйних та вибухонебезпечних речовин робить їх техногенно небезпечними об'єктами.

Суттєво знизити небезпеку дозволяє контроль завадостійкості керуючих та інформаційних мереж за допомогою запропонованої системи моделювання.

Сучасні системи керування та обміну інформацією між електронними компонентами автомобіля здійснюється за допомогою інформаційних цифрової шин. Слід зазначити, що найбільше розповсюдження отримали цифрові шини обміну даними завдяки високій завадостійкості та швидкодії [1]. Однак невдале розташування фізичного носія цифрової шини та випадкові перешкоди здатні суттєво знизити швидкість передачі даних та призвести до аварійних збоїв в роботі важливих елементів автомобіля, наприклад системи керування або гальмівної системи, що може призвести до техногенної катастрофи [2].

Для створення реальних електромагнітних процесів в інформаційних системах в режимі наведення перешкод при різних робочих частотах і амплітудах діючих полів можливо використовувати спеціалізований генератор [3].

При фізичному моделюванні впливу на інформаційну мережу використовуються різні форми сигналів - незатухаючий синусоїдальний сигнал, імпульс заданої форми, загасаюча синусоїда або уніполярний імпульс.

Принцип роботи спеціалізованого генератора складається в періодичному заряді ємнісного накопичувача енергії й подальшому розряді його на індуктивний випромінювач. Попередні розрахунки граничних параметрів генератора системи завадостійкості складаються з максимального розрядного струм, граничного наростання розрядного струму й сумарної споживаної потужності системи. Для цього необхідно визначити власну частоту в розряді джерела потужності. Схема роботи приладу представлена на рисунку 1.

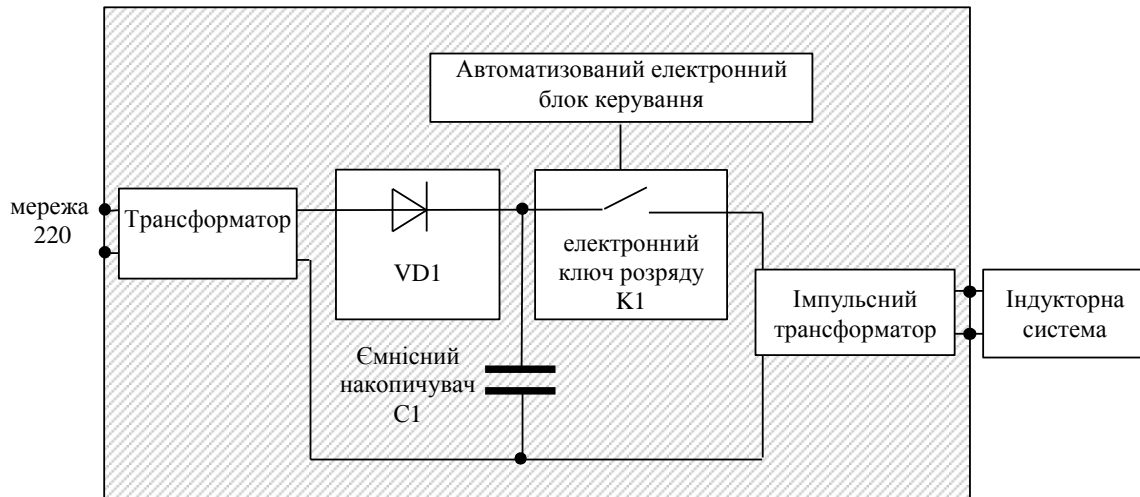


Рисунок 1 – Схема принципова спеціалізованого генератору

Характерними значеннями власної індуктивності  $L_1$  і активного опору  $R_a$  енергетичного блоку генератора можуть бути числа від 200 до  $400 \cdot 10^{-9}$  Гн.

Приймаємо  $L_1 = 300 \cdot 10^{-9}$  Гн і активний опір  $R_a = 0,027$  Ом.

Тоді власна частота в розряді буде дорівнювати, кГц

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 \cdot C}} \approx 54.$$

Амплітуда розрядного струму в імпульсі при частоті розряду, А

$$54 J_{m1} = U \cdot 2\pi \cdot f \cdot C \cdot e^{-\delta \cdot \frac{\pi}{2}} \approx 3592.$$

Орієнтовне граничне наростання струму на розрядному ключі 1100 А/мкс.

Максимальне споживання енергії системи:

$$W = \frac{C \cdot U^2}{2} \cdot 50,$$



де  $U$  – напруга заряду конденсаторів 450 В;

$C$  – ємність конденсаторів 29 мкФ.

На рисунку 2 наведена розрахункова часова залежність розрядного струму й пряма наростання струму в початковий момент розряду.

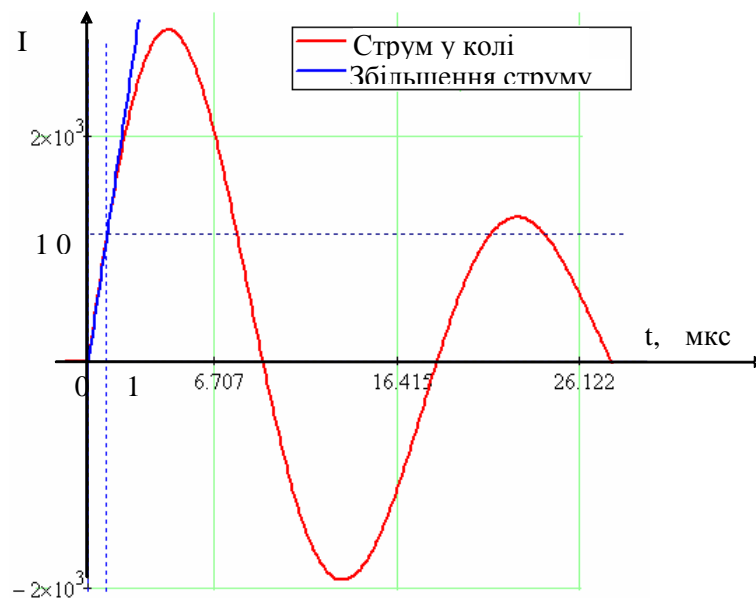


Рисунок 2 – Розрахункова часова залежність розрядного струму

Враховуючи потужність блоку управління 50 Вт, сумарне споживання енергії модельного джерела потужності становить 250 Вт.

Застосування фізичного моделювання завадостійкості інформаційних систем транспортних засобів дозволяє провести оцінку критичного рівня завад, коли швидкість передачі даних знижується до критичного рівня.

Фізична реалізація генератору завад, що працює за розглянутим способом, дозволяє проводити дослідження при робочій частоті 1...30 кГц із достатньої для якісних вимірів амплітудою сигналу.

Література:

1. Горбенко, И. Д., Замула, А. А., Морозов В. Л. Информационная безопасность и помехозащищенность телекоммуникационных систем в условиях различных внутренних и внешних воздействия // Радиотехника. - 2017. Вып. 189

2. Власов, В. М. Информационные технологии на автомобильном транспорте // В. М. Власов [и др.]; под общ. ред. В. М. Приходько. –М.: Наука, 2006. - 283 с.

3. Бондаренко А. Ю., Сериков Г. С., Чаплыгин Е. А. Низковольтный генератор импульсов тока широкого частотного диапазона для физического моделирования // Електротехніка і Електромеханіка. 2007. №6, с 66-69.

*Синяк Ю. В., студ.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВИКОНАВЧИХ МЕХАНІЗМІВ РОБОТА ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ**

Сьогодні при проектуванні робототехнічних комплексів, що застосовуються у техногенно небезпечних ситуаціях, необхідно використовувати сучасні методики оцінки та прогнозування поведінки. Це методи проектування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень на основі нечітких темпоральних моделей та штучних нейронних мереж, що еволюціонують [1].

Прикладом таких систем є розробки компанії DEEP Robotics - провідний азіатський виробник інтелектуальних роботів. Собака-Робот (квадрупед) Jueying X20 здатний виявляти загрози та виконувати функції рятувальника. Завдяки гнучкості для безпілотних служб виявлення та порятунку, Jueying X20 призначений для роботи на місцевості після землетрусу, внутрішніх приміщень будівель з вразливими уламками, дорожньо-транспортних пригод у тунелях, а також токсичних, гіпоксичних та заповнених димом середовищ, створених хімічним забрудненням або катастрофи (рис. 1.).



Рис. 1 – Квадрупед для техногенно небезпечних операцій

Робот спочатку розроблявся як базова платформа для проведення досліджень в області робототехніки. Інтерактивна собака оснащена 4 ногами, які приводять в рух 12 електродвигунів, а при вазі 22 (24) кг вона здатна переносити вантаж до 5 (7) кілограмів зі швидкістю до 3 км/год. Заряду бортового акумулятора вистачає на 4 години роботи, в цьому випадку управління може здійснюватися як вручну, так і в повністю автономному режимі при установці додаткових камер, GPS, LiDAR і інших датчиків. Вбудовані датчики і сервоприводи автоматично зберігають положення кузова в залежності від рельєфу поверхні, завдяки чому чотириногий робот може легко пересуватися по пересіченій місцевості і не потрапляти в бічні удари. Платформа дозволяє інтегрувати будь-які додаткові модулі і змінювати алгоритми руху для кращої адаптації до сфери застосування: патрулювання територій, пошуково-рятувальні операції, доставка вантажів і т.п.

Unitree X20 може пересуватися по руїнах, купах щебеню, сходових клітках та інших неструктурованих доріжках після стихійного лиха в уразливих відкритих і закритих приміщеннях, долати перешкоди і сходи висотою 20 см, підніматися на круті схили в 35 градусів. Оскільки собака-робот може вільно пересуватися в усіх напрямках і маневрувати в межах невеликої зони контакту, це може знизити кількість вторинних аварій. Промисловий захист IP66 гарантує, що чотириногий робот може виконувати

завдання виявлення навіть в екстремальних погодних умовах, таких як сильний дощ, піщані та пилові бурі, мінусові температури та град. Максимальне корисне навантаження в 85 кг дозволяє транспортувати кисневі балони та інше життєво необхідне обладнання до місця катастрофи, полегшуючи надання допомоги постраждалим і рятувальникам. Завдяки інтеграції широкого спектру прикладних модулів, включаючи систему дистанційного зв'язку, двоспектральну ПТЗ-камеру, датчики газу, камеру об'ємного звуку, роботизоване рішення включає в себе такі функції, як дистанційне управління і передача зображення, відстеження джерел тепла, виявлення шкідливих газів в режимі реального часу. Jueying X20 доступний з додатковим обертовим лазерним сканером, який може збирати високоточні дані точок з внутрішніх і зовнішніх місць катастроф, надаючи надійну інформацію для аналізу даних після катастрофи.

Сучасні методи прийняття рішень дозволяють формувати узагальнений показник оцінки та вибору рішень на основі наборів часткових показників та адаптувати оціночні моделі [2]. Безпосереднє завдання кінематики робота полягає у визначенні просторового положення і орієнтації характерної точки, як правило, робочого інструменту робота-маніпулятора за відомими значеннями узагальнених координат. Більшість аналітичних підходів до вирішення зворотної задачі кінематики досить дорогі з точки зору обчислювальних процедур. Одним з альтернативних підходів є використання нейронних мереж [3]. У середовищі MatLab, з використанням Robotics Toolbox, будується комп'ютерна модель робота. На рис. 2 наведено графічне зображення начального та кінцевого положення маніпулятора.

На вхід нейронної мережі подаються положення і орієнтація кінцевого вузла маніпулятора. Завдання нейронної мережі максимально передбачити конфігурацію з'єднання вузлів маніпулятора, які будуть відповідати заданому положенню і орієнтації у просторі.

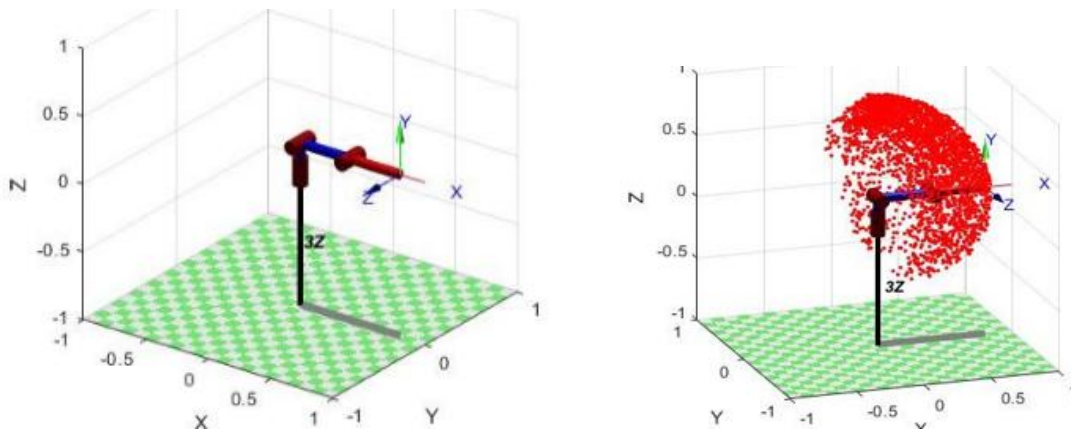


Рисунок 2 – Графічне зображення начального та кінцевого положення

Суть методу полягає у випадковому підборі відомих позицій маніпулятора і пошуку координат і орієнтації у просторі кінцевої точки шляхом вирішення прямої задачі кінематики.

На рис. 3 лінією показано рух робота, розрахований оберненою кінематикою, позначені точки вказують на положення робота, знайдене нейронною мережею. Траєкторії частково збіглися. В ході чисельного моделювання проведено серію експериментів, що відрізняється в залежності від вибірки і кількості епох навчання. Численні експерименти показали високу ефективність запропонованого методу моделювання нейронної мережі для оберненої кінематичної задачі.

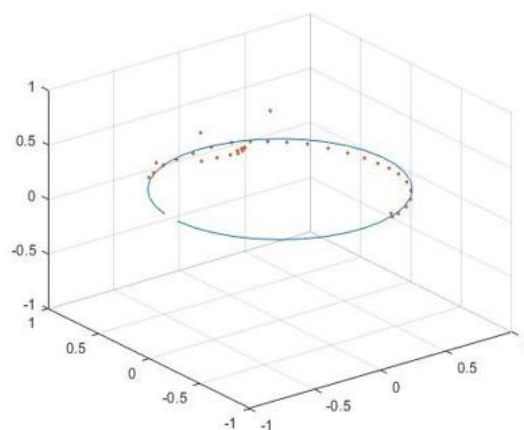


Рисунок 3 – Результат прогнозування

У даній роботі було проведено моделювання переміщення робота маніпулятора та реалізовано вирішення задачі прямої кінематики за допомогою модуля пакета програм Neural Network Toolbox Matlab. Графічний інтерфейс користувача дозволяє створювати, навчати і моделювати, експортувати та імпортувати нейронні мережі, що дає можливість оперативно вирішувати задачу прийняття рішень при роботі на техногенно небезпечних об'єктах.

#### Література:

1. Шишацький А. В. Розвиток інтегрованих систем зв'язку та передачі даних для потреб Збройних Сил. // Науково-технічний журнал "Озброєння та військова техніка". 2015. № 1(5). С. 35 –40.
2. Jueying X20 is a quadruped robot from Deep Robotics: веб-сайт. URL: <https://www.mecharithm.com/jueying-x20-a-quadruped-robot-from-deep-robotics/> (дата звернення 28.10.2022).
3. Кононюк А. Е. Основы фундаментальной теория искусственного интеллекта / А.Е. Кононюк - Кн.5. - К.:Освіта України. 2017. 844с.

## **Секція 2**

**Пристрої і методи вимірювання та контролю параметрів  
потенціально небезпечних процесів. Метрологічне  
забезпечення безпеки життєдіяльності**

*Биценко Д. П., студентка*

*Богатов О. І., к.т.н., доцент*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ОСОБЛИВОСТІ ОПЕРАТИВНОГО РОЗГОРТАННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ ТА ЗАСОБІВ**

Особливості проведення оперативних розгортань (ОР) аварійно-рятувальних служб в провідних країнах світу в процесі ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного характеру (НСТХ) визначаються первинною інформацією від першого рятувального підрозділу, який прибув на місце катастрофи, що визначає вступ в дію одного з варіантів заздалегідь розробленого плану ліквідації НСТХ. В Україні ОР аварійно-рятувальних сил та засобів проводиться відповідно до планів ліквідації надзвичайної ситуації в підрозділах об'єктового, міського і регіонального рівнів. Інформація про масштаби і особливості конкретної надзвичайної ситуації (НС) враховується безпосередньо в ході реалізації плану. Виходячи з чого, оперативно-технічна методика скорочення часу ОР першим рятувальним підрозділом під час ліквідації НСТХ повинна враховувати як оперативні (рівень підготовленості особового складу та вплив надзвичайної ситуації), так і технічні умови бойової роботи.

Розробка математичної моделі (ММ) виконувалась наступним чином: по-перше, були сформовані початкові та граничні умови функціонування розробленої ММ. Потім розкрито процес розгортання аварійно-рятувальних сил та засобів. Після чого розглянуто варіанти застосування сил та засобів у вигляді однофакторних моделей. Потім обґрунтовано порядок аналізу вагомих коефіцієнтів в однофакторних моделях. Після чого запропоновано порядок експертних оцінок и вибору оперативно-технічних рекомендацій. На завершення описано знайдену математичну модель.



В основу формування початкових та граничних умов ММ було покладено уявлення процесу ліквідації НСТХ у вигляді процесу функціонування системи «рятувальник – аварійно-рятувальна техніка – НС». В цій системі в якості вихідних даних присутні показники, що характеризують безпосередньо особовий склад оперативного розрахунку (множина  $X_{РЯТ}$ ), оперативно-рятувальний автомобіль та його обладнання (множина  $X_{ОРА}$ ), умови проведення АРР (множина  $X_U$ ) та надзвичайну ситуацію ( $X_{НС}$ ). Сукупність цих чинників складають умови функціонування моделі, яка розробляється. Враховуючи те, що вихідні данні розглядаються на момент виникнення НС, в результаті чого в кожній множині відсутні спільні перемінні, було прийнято, що множини  $X_{РЯТ}$ ,  $X_{ОРА}$ ,  $X_U$  та  $X_{НС}$  складають надмножину  $X$

$$X = X_{РЯТ} \cup X_{ОРА} \cup X_U \cup X_{НС}. \quad (1)$$

При цьому, основу множини варіантів проведення аварійно-рятувальних робіт (АРР) в діях першого рятувального підрозділу складають ОР

$$Q = \langle \{Q_m\}; m = 1, \dots, n_m; \varphi_1 : K_m \times X \rightarrow Q_m \rangle, \quad (2)$$

де  $Q_m$  –  $m$ -й варіант проведення АРР;  $n_m$  – кількість варіантів бойової роботи;  $K_m$  – множина, яка упорядковує правила організації системи таким чином, щоб за вихідних показників  $X$  отримати  $m$ -й алгоритм ліквідації (локалізації) НС;  $\varphi_1$  – відображення  $K_m \times X$  в множину  $Q$ .

Методика скорочення часу ОР першим пожежно-рятувальним підрозділом в умовах НСТХ представляє собою сукупність наступних послідовних дій: вибір типових для проведення аварійно-рятувальних робіт першим оперативно-рятувальним підрозділом під час ліквідації (локалізації) НСТХ ОР пожежно-рятувальних автомобілів; отримання трифакторної

поліноміальної моделі в нормованих перемінних, їх аналіз та спрощення з подальшим ранжуванням факторів в центрі факторного простору та на його краях; експертне обґрунтування рекомендацій для впровадження; вибір і реалізація оперативно-технічних рекомендацій.

*Коваленко С. А., аспірантка*

*Пономаренко Р. В., начальник факультету  
оперативно-рятувальних сил, д.т.н., проф.*

*Щербак С. С., к.т.н., начальник відділу  
адміністративної роботи*

*Національний університет цивільного захисту України*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ІОНІВ АМОНІЮ ЯК ОДНОГО З ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ У ПОВЕРХНЕВОМУ ВОДНОМУ ОБ'ЄКТІ**

У зв'язку із постійним впливом промисловості України на компоненти навколишнього природного середовища, зокрема поверхневі водні об'єкти, аналіз зміни їх екологічного стану згідно зі статтею 13 ВКУ здійснюють за басейновим принципом [1-2]. Основні причини забруднення поверхневих водних об'єктів: надходження до водойм забруднювальних речовин разом із поверхневим стоком та сільськогосподарськими угіддями; скид неочищених або ще не достатньо очищених промислових і комунально-побутових стічних вод безпосередньо у водні об'єкти. Одним із найбільш екологічно навантажених районів України є саме басейн річки Самара. Техногенне навантаження призвело до його значного забруднення. Значна кількість вугільних шахт вугледобувних підприємств, які розташовані і у Дніпропетровській області вносять вагомий внесок у забруднення

навколишнього природного середовища, зокрема поверхневих водних об'єктів[3].

Згідно із даними регіональної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області у 2020 році підприємствами-забруднювачами річки Самара є ТОВ ДДЗ «Енергоавтоматика» (виробництво батарей та акумуляторів), КП «Тернівське житлово-комунальне підприємство», КП «Павлоградводоканал», КП «Новомосковськ водоканал». Сумарно вказані підприємства скинули до річки Самара 21421,9 тис. м<sup>3</sup> стічних вод, із них 18475,2 тис. м<sup>3</sup> недостатньо очищених. 22,1 млн. м<sup>3</sup>, що становить 55% загального скиду забруднених зворотних вод басейну річки Самара здійснюється підприємствами вугільної промисловості: ДХК «Павлоградвугілля» – найбільше вуглевидобувне підприємство України, входить до 10 шахт, що розташовані у Дніпропетровській області.

Аналіз зміни екологічного стану річки Самара було проведено на основі даних Державного агентства водних ресурсів з 3 постів спостереження у 2020 році (рисунок 1): 1) с. Нікольське, Олександрівського р-ну, кордон Донецької і Харківської обл.; 2) с. Вербки Павлоградського р-ну 3) м. Підгороднє Дніпропетровського р-ну Дніпропетровської обл.



Рисунок 1 – Схематичне розміщення на карті 3 постів спостереження басейну річки Самара, за даними яких проводилось дослідження

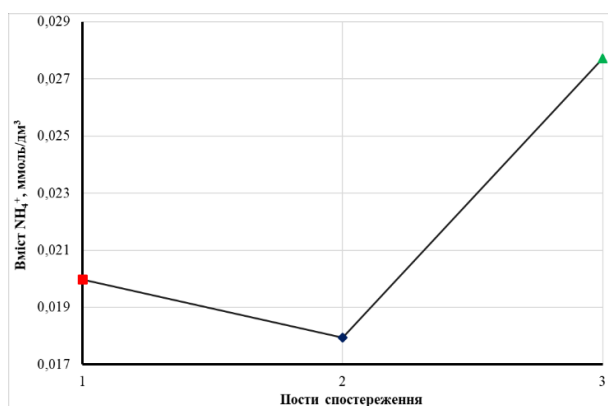


Рисунок 2 – Загальний вміст іонів амонію ммоль/дм<sup>3</sup>, по постах забору води річки Самара

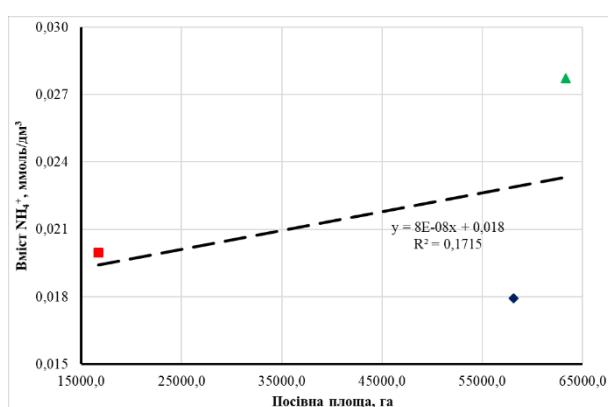


Рисунок 3 – Графік залежності вмісту іонів амонію від посівних площ, де розташовані пости спостереження

На рисунку 2 спостерігається зменшення вмісту іонів амонію від поста 1 до поста 2, а від поста 2 до поста 3, навпаки, збільшення. Відповідно до рисунку 3 вміст  $\text{NH}_4^+$  зростає зі збільшенням посівних площ (дані вказано згідно із інформацією головного управління статистики Донецької та Дніпропетровської областей). Відповідно до даних регіональної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області досить розвинене рослинництво, а саме вирощують пшеницю, соняшник, кукурудзу. Тобто можна зробити припущення, що внаслідок використання значної кількості мінеральних добрив відбувається збільшення вмісту амонію у річці Самара. Щодо зменшення його вмісту можна зробити припущення, що однією з причин даного явища може бути окиснення киснем іонів амонію, що призводить до утворення нітратів, що і підтверджує рисунок 5.

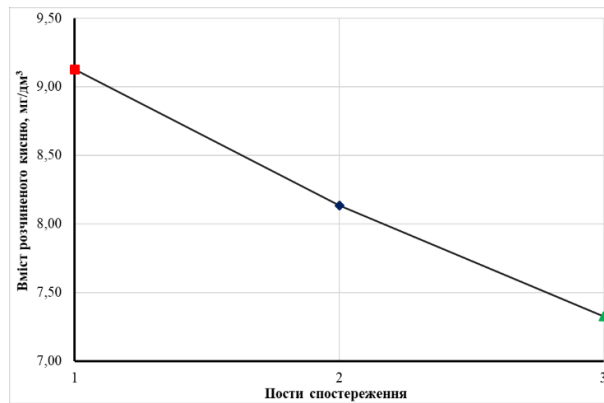
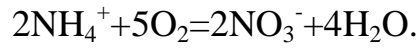


Рисунок 4 – Вміст розчиненого кисню мг/дм<sup>3</sup>, по постах річки Самара

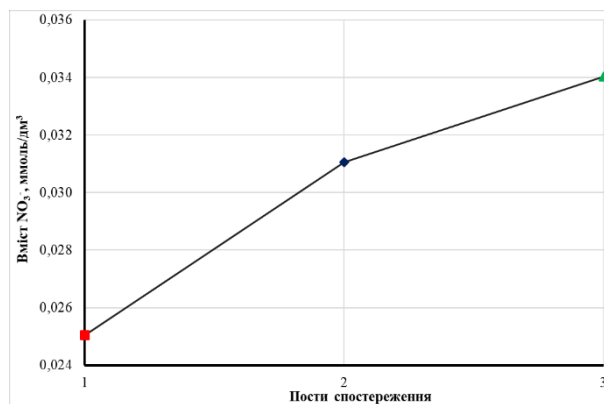


Рисунок 5 – Вміст нітратів мг/дм<sup>3</sup>, по постах забору води річки Самара

Також відомим є той факт, що у складі шахтних вод можуть міститись іони важких металів, наприклад, міді, алюмінію та ін. Вони утворюють комплексні іони з амонієм, які під час аналізу проб не відображають наявність вільного амонію у поверхневому водному об'єкті. Це також може бути причиною зменшення вмісту іонів-амонію на посту 2 на рисунку 2.

Однак, для більш детального аналізу екологічного стану поверхневого водного об'єкту раціонально встановити додаткові пости для забору проб.

Література:

1. Безсонний В. Л., Третяков О. В., Халмурадов Б. Д. Система моніторингу поверхневих вод в умовах впровадження басейнового підходу до управління водними ресурсами. *Другі Сумські наукові географічні читання: збірник матеріалів Всеукраїнської наукової конференції* (м. Суми, 10-12 листопада 2017 р.). Суми, 2017. С. 117 – 120.

2. Пономаренко Р. В., Слепужніков Є. Д., Пляцук Л. Д., Третьяков О. В. Прогнозування техногенного впливу на якісний стан водної екосистеми басейну Дніпра. *Сучасні проблеми професійної та цивільної безпеки: збірник тез доповідей I Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції* (м. Дніпро, 2020). Дніпро, 2020. С. 121 – 123.

3. Кулікова Д. В. Оцінка якісного стану водних об'єктів, що перебувають під впливом скиду шахтних вод. *Екологічні науки*. Київ. 2019. №1(24). Т.1. С. 112-116. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-1-24-1-19>.

*Кондратенко О. М., д.т.н., доцент*

*Бабакін В. М., д.ю.н., доцент*

*Литвиненко О. О., к.філ.н., доцент*

*Рижченко О. С., к.філ.н.*

*Краснов В. А., магістр, ад'юнкт, ст. л-т сл. ЦЗ*

*Національний університет цивільного захисту України ДСНС України*

## **АНАЛІЗ ВІДОМИХ ФОРМУЛ ПЕРЕРАХУНКУ ПОКАЗНИКІВ ДИМНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ЯК ЧИННИКА ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ**

**Актуальність дослідження.** На сьогоднішній день в Україні діють законодавчо встановлені нормативи показників токсичності відпрацьованих газів (ВГ) поршневіх двигунів внутрішнього згорання (ПДВЗ) автотранспортних засобів (АТЗ), зокрема питомого ефективного масового годинного викиду твердих частинок (ТЧ) з потоком ВГ двигуна  $g_{ePM}$  у г/(кВт·год) [1]. При цьому самі значення величини  $g_{ePM}$  отримують віднесенням значення величини масового годинного викиду ТЧ з потоком ВГ  $G_{PM}$  у г/год до значення величини ефективної потужності поршневого ДВЗ  $N_e$  у кВт.

Отримання величини  $N_e$  та значень її інструментальної абсолютної й відносної похибок не являє собою складної задачі. Основна складність в отриманні значень  $g_{ePM}$  як законодавчо нормованого показника екологічності ПДВЗ за поллютантом з найбільшим значенням показника відносної агресивності полягає в отриманні значень величини  $G_{PM}$ . Як відомо з основних положень наукової дисципліни «Метрологія», жодні вимірювання неможливо виконати з абсолютною точністю, а лише з деякою похибкою, що також слід враховувати при плануванні експериментальних чи розрахункових досліджень.

Нормативні вимоги до такого показника токсичності ВГ ПДВЗ різного призначення також встановлюють спосіб експериментального отримання значень величини  $G_{PM}$  – гравіметричний [1]. Проте, через загальновідомі обставини, характерні для нашої країни, широкого розповсюдження набули формули перерахунку різного виду, найбільш широкого розповсюдження серед яких набула формула проф. Ігоря Парсаданова (НТУ «ХП»). Ця формула перерахунку, на відміну від альтернативних їй, враховує не тільки показники димності ВГ (зокрема, коефіцієнт ослаблення світлового потоку  $N_D$  (у %) – вимірюється димоміром [2]), а ще й токсичності ВГ (зокрема, об'ємна концентрація незгорілих вуглеводнів у ВГ  $C_{CH}$  (у ppm) – вимірюється газоаналізатором [3]) та дозволяє отримати на основі цих двох незалежних змінних значення  $G_{TЧ}$  (у кг/(кВт·год)). При цьому така формула містить ще дві незалежні змінні – значення масових годинних витрат палива  $G_{fuel}$  та повітря  $G_{air}$  ПДВЗ (у кг/год).

Ще одним невирішеним питанням застосування будь-якої формули перерахунку є вибір одиниць вимірювання показників димності ВГ та відповідних засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), а саме димомірів різноманітних конструкцій. Різні показники димності ВГ з відповідними їм одиницями вимірювання співвідносяться одне з одним за нелінійними законами і безпосереднє використання у певній формулі перерахунку альтернативних базовому показників димності ВГ неможливе. Такі питання

постають на практиці у наступних випадках. 1) Вибір типу і моделі ЗВТ при комплектуванні моторного стенду новоствореної чи модернізованої лабораторії. 2) Стендові моторні дослідження поршневого ДВЗ – окремо чи у складі АТЗ – у лабораторії, вже обладнаній ЗВТ певного типу, що дає альтернативні показники димності ВГ. 3) Критеріальне оцінювання паливно-екологічної досконалості поршневого ДВЗ АТЗ за наявності готового набору вихідних даних, отриманого іншими дослідниками, серед яких присутні лише альтернативні показники димності ВГ.

У зв'язку з вищенаведеними міркуваннями, постає також питання впливу виду одиниць вимірювання показників димності ВГ на кількісні та якісні аспекти інструментальної точності формул перерахунку, що і зумовлює його актуальність.

#### **Аналіз номенклатури відомих формул перерахунку**

Формула перерахунку, запропонована проф. Ігорем Парсадановим, отримана як результат аналізу даних сертифікаційних випробувань автотракторного дизеля СМД-31 на моторному стенді фірми Ricardo, обладнаному повнопоточним тунелем розведення, має вид формули (1.1) [1].

$$G_{PM} = \left( 2,3 \cdot 10^{-3} \cdot N_D + 5 \cdot 10^{-5} \cdot N_D^2 + 0,145 \cdot \frac{C_{CnHm} \cdot 4,78 \cdot 10^{-7} \cdot (G_{air} + G_{fuel})}{0,7734 \cdot G_{air} + 0,7239 \cdot G_{fuel}} + 0,33 \cdot \left( \frac{C_{CnHm} \cdot 4,78 \cdot 10^{-7} \cdot (G_{air} + G_{fuel})}{0,7734 \cdot G_{air} + 0,7239 \cdot G_{fuel}} \right)^2 \right) \times \frac{(0,7734 \cdot G_{air} + 0,7239 \cdot G_{fuel})}{1000}, \text{ кг/год.} \quad (1.1)$$

Формула перерахунку MIRA (The Motor Industry Research Association) має вид сукупності формул (1.2) – (1.4) [1].

$$N = 100 \cdot (1 - \exp(-\varepsilon \cdot l \cdot C)), \% \quad (1.2)$$



$$C_c = \ln(1 - N/100)/(\varepsilon \cdot l), \text{ г/м}^3; \quad (1.3)$$

$$\varepsilon = 3 \cdot d_A^2 / (2 \cdot \rho \cdot d_v^3), \text{ м}^2/\text{г}; \quad (1.4)$$

де  $C_c$  – концентрація ТЧ,  $\text{г/м}^3$ ;  $\varepsilon \approx 6,82 \text{ м}^2/\text{г}$  – питомий коефіцієнт світлопропускання;  $\rho \approx 1 \text{ г/м}^3$  – щільність ТЧ;  $d_A \approx 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}$  – еквівалентний проєкційний діаметр ТЧ;  $d_v \approx 0,13 \cdot 10^{-6} \text{ м}$  – еквівалентний об'ємний діаметр ТЧ.

Формула перерахунку А.С. Alkidas`а має вид формули (1.5) [1]

$$C_c = 565 \cdot \left( \ln \left( \frac{10}{10 - BSU} \right) \right)^{1,206}, \text{ мг/м}^3; \quad (1.5)$$

де  $BSU$  ( $BSN$ ) – димність ВГ за шкалою Bosch (Bosch Soot Units or Number).

Формула перерахунку G.G. Muntean`а має вид формули (1.6) [1].

$$C_c = (-184 \cdot BSU - 727,5) \cdot \log(1 - BSU/10), \text{ мг/м}^3. \quad (1.6)$$

### **Аналіз відомих показників димності відпрацьованих газів**

Найчастіше димність ВГ характеризують значенням коефіцієнта ослаблення світлового потоку  $N$  визначається формулами (1.7) і (1.8), у яких  $\tau$  – коефіцієнт світлопропускання (transmittance);  $I$  та  $I_0$  – світловий потік крізь пробу ВГ що вийшов з джерела світла та прийшов на прийомник світла, лм. За визначенням величини  $N$  та  $K$  співвідносяться між собою за формулою (1.9), при  $L = 0,43 \text{ м}$ . Співвідношення між одиницями вимірювання димності ВГ за шкалою Harritage  $HSN$  (Harritage Soot Number) та шкалою Bosch  $BSU$  описується формулою (1.10) [1].

$$N = 100 - \tau, \%; \quad (1.7)$$

$$\tau = I/I_0 \cdot 100, \% \quad (1.8)$$

$$K = -\ln(1 - N/100)/L, \text{ м}^{-1}. \quad (1.9)$$

$$HSN = -2,64 \cdot 10^{-4} \cdot BSU^2 + 0,111642 \cdot BSU - 1,023 \cdot 10^{-3}. \quad (1.10)$$

На рис. 1 подано співвідношення між альтернативними показниками димності ВГ та базовим показником за даними з джерела [1].

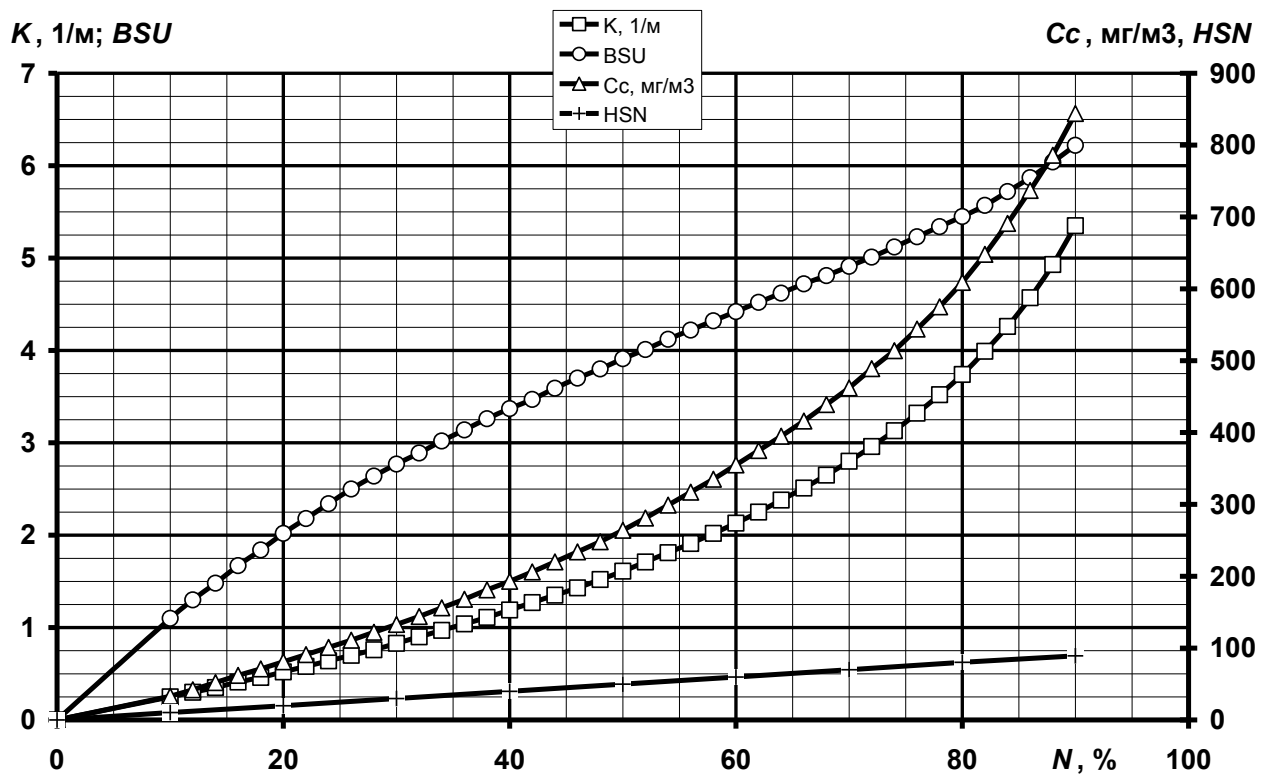


Рисунок 1 – Співвідношення між альтернативними показниками димності ВГ дизельного поршневого ДВЗ та базовим показником за даними [1]

Графіки залежності на рис. 1 описано поліномами методом найменших квадратів.

**Висновки.** Здійснено аналіз математичних апаратів відомих формул перерахунку та номенклатури найуживаніших показників димності ВГ поршневих ДВЗ. Результати описано поліномами 4-го ступеня, які можна

використати для визначення впливу виду одиниць вимірювання показників димності ВГ на кількісні та якісні аспекти точності формул перерахунку.

Література:

1. Кондратенко О. М. Метрологічні аспекти комплексного критеріального оцінювання рівня екологічної безпеки експлуатації поршневих двигунів енергетичних установок : монографія. Х.: Стиль-Издат, 2019. 532 с.

2. Дымомер ИНФРАКАР Д. Паспорт ВЕКМ.41531.007ПС. 8 с.

3. Газоанализатор пятикомпонентный Автотест-02.03П. Руководство по эксплуатации М 057.000.000РЭ. 12 с.

*Сєрікова І. О., к.т.н., доцент*

*Медведський К. І., магістр*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ОПТОЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА СКАНУВАННЯ ГЕОМЕТРІЇ ТЕХНОГЕННО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ**

На цей час Державний реєстр ПНО містить докладні відомості про понад 24 тис. об'єктів, до числа яких входять промислові підприємства, шахти, кар'єри, магістральні газо-, нафто- і продуктопроводи, гідротехнічні споруди, вузлові залізничні станції, мости, тунелі, накопичувачі та полігони промислових відходів, місця збереження небезпечних речовин та інші [1].

Сучасна техніка вимірювання параметрів потенціально небезпечних процесів [2] має у своєму розпорядженні великий набір засобів і методів для контролю геометрії параметрів протяжних об'єктів, які потребують спостереження у реальному режимі часу. Всі методи умовно можна розділити на дві основні групи. До першої групи відносяться неавтоматичні

методи контролю, засновані на способах візуального спостереження. Другу групу утворюють напіваавтоматичні й автоматичні методи.

В якості неруйнівного контролю геометрії техногенно-небезпечних об'єктів [3] доцільно використовувати оптичні системи, що розгортають. Це пояснюється чудовими властивостями оптоелектронних систем, зокрема із застосуванням лазерних випромінювачів [4]. До числа цих властивостей варто віднести практичну безінерційність, прямолінійність поширення випромінювання, легкість формування тонких пучків, що мають властивість довгої стрілки.

Для реалізації даної методики застосовується плоске дзеркало під кутом  $45^\circ$  до осі обертання (рис. 1).

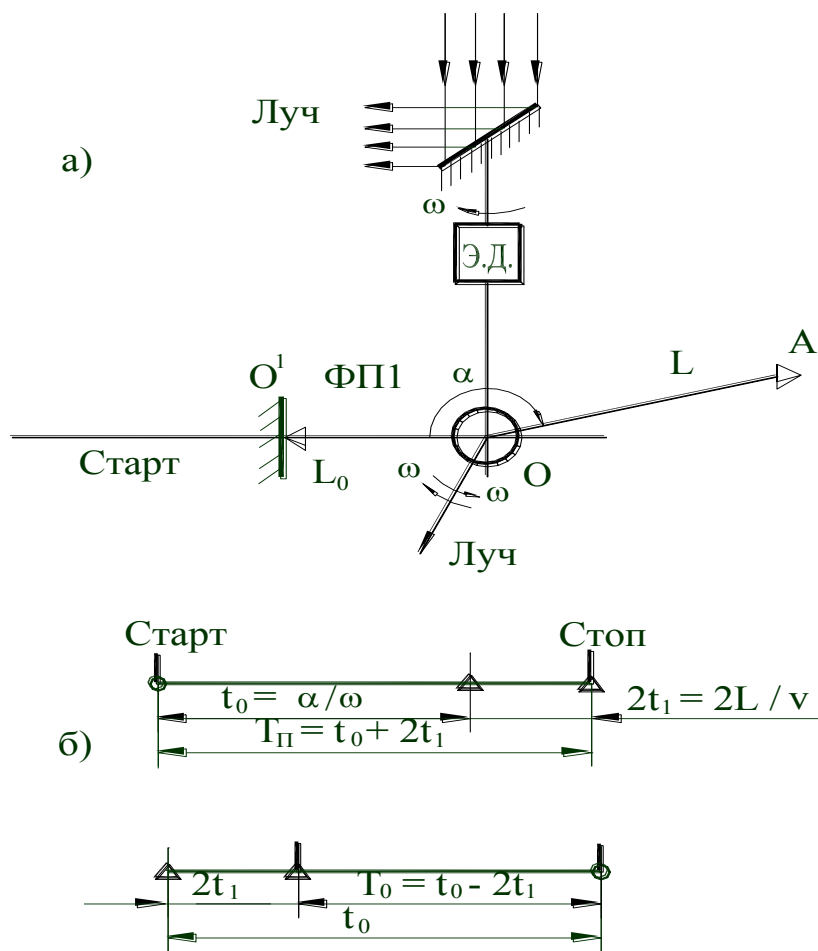


Рисунок 1 – Принцип роботи оптоелектронної скануючої системи

На дзеркало падає колімований пучок світла, що при обертанні дзеркала зі швидкістю  $\omega$  описує площину, у якій розташований контрольований об'єкт А. При проходженні променя через напрямок ОО1 у фотоприймачі ФП1, закріпленому нерухомо на корпусі приладу, утвориться стартовий сигнал. При досягненні променем напрямку ОА потік фотонів починає рух від центра розгорнення до кутового відбивача на об'єкті А і назад [5].

За цією методикою відзначаємо  $\alpha$  та L

$$\alpha = \frac{\omega}{2}(T_{\Pi} + T_0); L = v(T_{\Pi} - T_0).$$

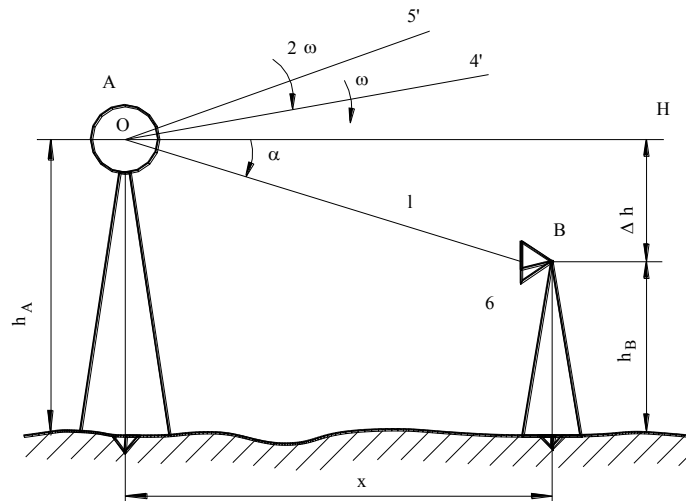


Рисунок 2 – Розташування елементів оптоелектронної системи сканування геометрії об'єктів

Параметри сканування визначаються наступним чином

$$\alpha = \frac{4\pi \cdot (N_{\omega} - N_{2\omega})}{N_{2\pi}}, l = \frac{v \cdot \left( N_{2\omega} - \frac{N_{\omega}}{2} \right)}{f_0},$$

$$h = l \cdot \sin \alpha = l \cdot \sin \left[ \frac{4\pi(T_{\omega} - T_{2\omega})}{T_{2\pi}} \right], \quad x = l \cdot \cos \alpha = l \cdot \cos \left[ \frac{4\pi(T_{\omega} - T_{2\omega})}{T_{2\pi}} \right].$$

Використовуючи в запропонованих оптоелектронних скануючих системах контролю одномодові лазери й коліматори (колімуючу оптику) у сукупності зі спеціальними цифровими методами виміру часу, заснованими на принципі збігу імпульсів, можна забезпечити погрішність виміру відстаней, порівнянну з погрішностями фазових далекомірів; погрішність виміру висот реперів – на рівні нівелювань першого класу (при обліку стану атмосфери).

Коліматор формує вузький паралельний пучок променів або часток, тим самим дозволяючи передавати промінь в атмосфері з невеликим розсіюванням. Після колімування діаметр променя стає порядку 35...50 мм. Для того, щоб визначити центр променя з необхідною погрішністю не більше 1% можна використовувати спеціальний приймач.

Цей результат є інваріантним щодо швидкості розгортання й частоти квантування. За результатами виміру кутів  $\alpha$  можуть бути визначені координати точок при контролі геометрії техногенно-небезпечних об'єктів. Встановлено, що оптичні системи, що розгортають, з гелій-неоновим лазером ЛГ-66 і двигуном ГЗ-31У мають середньоквадратичну погрішність виміру кутів 3 кут. с.

При цьому погрішність визначення висоти точки, віддаленої від оптоелектронної системи сканування на відстань 200 м, становить 3 мм. Велика швидкодія ОСС (50...1000 вимірів у секунду) дає можливість осереднювати велику кількість вимірів, за рахунок чого може бути підвищена точність вимірювань [6].

Висновки. Розроблена система задовольняє ряду вимог: конструкція досить проста у реалізації, схема роботи забезпечує перешкодозахищеність. Автоматизація системи забезпечує високу зручність користування, має

достатню надійність. Швидкодія системи дозволяє здійснювати контроль не тільки в статиці, але й оцінку деформацій об'єкта в динаміці, що досить актуально при використанні систем сканування геометрії неруйнуючої дії на техногенно небезпечних об'єктах.

Література:

1. <https://sfd.archives.gov.ua/page4.html>
2. Фесенко Г. В. Потенційно небезпечні виробничі технології та їх ідентифікація. Конспект лекцій. Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2018.
3. Справочное пособие. Система неразрушающего контроля. Виды (методы) и технология неразрушающего контроля. Термины и определения. Серия 28. Выпуск 3. Неразрушающий контроль. Госгортехнадзор России. НТЦ «Промышленная безопасность». 2003 г.
4. Лазерные геодезические приборы в строительстве / Ф. Каршай, А. Б. Ключин, М. Куруц и др./ Под ред. В. В. Сытника. - М.: Стройиздат, 1988. - 200 с., ил.
5. Тырса В. Е., Бабенко И. А. Контроль геометрии мостов и протяженных сооружений оптическими сканирующими системами// Автошляховик України, 47-48. – 1996.
6. Бабенко И. А. Применение оптических сканирующих систем для автоматизации геодезического контроля деформаций протяженных объектов// Сборник трудов международной научно–технической конференции "Метрология в электронике". – ГНПО "Метрология". - 1997.

*Гальченко В. Я., д.т.н., професор  
Трембовецька Р. В., д.т.н., доцент  
Тичков В. В., к.т.н., доцент  
Тичкова Н. Б., аспірантка  
кафедра приладобудування, мехатроніки  
та комп'ютеризованих технологій  
Черкаський державний технологічний університет*

## **ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОДНОРІДНИХ БАГАТОФАКТОРНИХ ПЛАНІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ НА ОСНОВІ КВАЗІПОСЛІДОВНОСТЕЙ СОБОЛЯ**

В метрології для адекватного експериментального визначення функції перетворення засобів вимірювальної техніки важливим є план експерименту (ПЕ), який дозволяє якісно та з прийнятною точністю провести такі дослідження. Однорідність є однією із основних властивостей комп'ютерних планів експериментів (КПЕ), що відіграє вирішальну роль щодо забезпечення виконання цього завдання.

При оцінюванні однорідності ПЕ необхідно визначити емпіричні показники відхилення його згенерованих точок від ідеального розподілу, а саме центровану та циклічну розбіжності. Чисельний та візуальний аналіз із арсеналу статистичних методів планування експерименту показують високий потенціал в цьому сенсі вибірок на основі квазіпослідовностей Соболя (КПС) для планів великої розмірності.

В роботах [1, 2] представлено оцінювання однорідності дво- та три-факторних ПЕ за критеріями центрованої та циклічної розбіжностей. Хоча відомими є декілька підходів до створення ПЕ із зазначеними властивостями, задача пошуку варіантів планів з мінімальною розбіжністю в гіперпросторі



дуже проблемна через обчислювальну складність пошуку близького до оптимального рішення.

В роботі [3] представлені результати лише для побудови однорідних дво-, три- та чотири-факторних ПЕ. Автори отримали нижні межі розбіжностей для збалансованих планів, проте проблему пошуку однорідних ПЕ при мінімізації розбіжностей вважають складною через обмежене використання нижніх меж.

В роботі [4] авторами розглянуто лише три-факторні плани, для яких застосовано в якості критеріїв рівномірності та однорідності ПЕ повна, центрована та циклічна розбіжності. В результаті дослідження встановлено, що у випадку багатфакторності планів необхідні додаткові спостереження щодо виконання умов їх однорідності.

В огляді [5] автори, розглядаючи дво-факторні ПЕ, встановили найкращу придатність до застосування у багатфакторних ПЕ послідовностей Соболя, показуючи, що послідовності Хаммерслі та Холтона підходять для планів меншої розмірності.

Авторами цього дослідження побудовано комбінації квазіпослідовностей для дво-, три-, чотири-, п'яти- [6], шести- та семи-факторних планів [7] на основі рекурсивних R-послідовностей Робертса, де зі збільшенням розмірності гіперпростору та кількості точок підтверджуються доволі прийнятні однорідність та проєкційні властивості планів експерименту в багатфакторних просторах. Як кількісну міру неоднорідності множини векторів, які розподілені в одиничному гіперпросторі, використано центрований та циклічний різновиди розбіжності відносно  $L_2$ -норми, які є інваріантними щодо перемаркування й упорядкування факторів та відносно обертання координат.

Тим не менш, аналіз досліджень попередників та самих авторів доводить перспективність створення планів на основі КПС як тих, що забезпечують найкращі показники однорідності. Проте пошук необхідних комбінацій

послідовностей для багатofакторних планів потребує громіздких трудомістких досліджень внаслідок необхідності реалізації його засобами перебору значної кількості варіантів-претендентів серед потенційно можливих, але не гарантує врешті-решт отримання позитивного результату. Тому знаходження вдалих планів з низькими показниками розбіжності та відповідно досконалыми проєкційними властивостями є вельми важливим.

З цих причин авторами створені плани багатofакторних комп'ютерних однорідних планів експериментів на базі КПС. Для підтвердження отриманих результатів представлені згенеровані в одиничному гіперкубі для п'яти- та шести- факторних планів експерименту (ПЕ) послідовності Соболя для кількості точок, яка дорівнює 1024. Один з них наведений у табл. 1.

Отримані показники центрованої та циклічної розбіжностей для п'яти- та шести-факторних планів для двох кращих знайдених комбінацій КПС відповідно до кожного плану при різній кількості точок представлені в табл. 2 та 3.

Таблиця 1 – Багатofакторний однорідний план експерименту

№	$\zeta_2$	$\zeta_3$	$\zeta_6$	$\zeta_8$	$\zeta_9$	$\zeta_{17}$
1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2	0,75	0,25	0,75	0,25	0,75	0,25
3	0,25	0,75	0,25	0,75	0,25	0,75
4	0,625	0,875	0,125	0,875	0,375	0,875
5	0,125	0,375	0,625	0,375	0,875	0,375
6	0,375	0,625	0,875	0,625	0,625	0,625
7	0,875	0,125	0,375	0,125	0,125	0,125
8	0,9375	0,6875	0,0625	0,8125	0,5625	0,8125
9	0,4375	0,1875	0,5625	0,3125	0,0625	0,3125
10	0,1875	0,9375	0,8125	0,5625	0,3125	0,5625
...	...	...	...	...	...	...
1020	0,004882813	0,350586	0,55957	0,510742	0,303711	0,829102
1021	0,504883	0,850586	0,05957	0,010742	0,803711	0,329102
1022	0,754883	0,100586	0,30957	0,760742	0,553711	0,579102
1023	0,254883	0,600586	0,80957	0,260742	0,053711	0,079102
1024	0,627441	0,401855	0,406738	0,654785	0,781738	0,202637

Таблиця 2 – Показники розбіжностей для п'яти-факторних планів експерименту для запропонованих кращих варіантів КПС

Комбінація ЛП <sub>τ</sub> - послідовностей	Кількість точок ПЕ	$CD(Dn)^2$	$WD(P)^2$
$(\xi_2, \xi_6, \xi_8, \xi_9, \xi_{17})$	N = 32	0,014225	8,465434
	N = 128	$3,339749 \cdot 10^{-3}$	8,43616
	N = 512	$2,827122 \cdot 10^{-4}$	8,42884
	N = 1024	$3,489621 \cdot 10^{-5}$	8,428096
$(\xi_1, \xi_2, \xi_5, \xi_{14}, \xi_{16})$	N = 32	0,010291	8,456246
	N = 128	$1,952568 \cdot 10^{-3}$	8,436889
	N = 512	$1,406595 \cdot 10^{-4}$	8,428457
	N = 1024	$4,298124 \cdot 10^{-5}$	8,428175

Степінь високої гомогенності розподілу точок цих планів експерименту можна спостерігати при збільшенні кількості точок, що проілюстровано на рисунку 1 для найкращої комбінації послідовностей  $(\xi_2, \xi_3, \xi_6, \xi_8, \xi_9, \xi_{17})$  демонстрацією попарних проєкцій плану.

Таблиця 3 – Показники розбіжностей для шести-факторних планів експерименту для запропонованих кращих варіантів КПС

Комбінація ЛП <sub>τ</sub> - послідовностей	Кількість точок ПЕ	$CD(Dn)^2$	$WD(P)^2$
$(\xi_2, \xi_3, \xi_6, \xi_8, \xi_9, \xi_{17})$	N = 32	0,030102	11,308851
	N = 128	0,013684	11,255926
	N = 512	$4,354999 \cdot 10^{-4}$	11,238914
	N = 1024	$8,03723 \cdot 10^{-5}$	11,237652
$(\xi_1, \xi_2, \xi_5, \xi_{10}, \xi_{14}, \xi_{16})$	N = 32	0,027111	11,297479
	N = 128	0,011974	11,256825
	N = 512	$3,189266 \cdot 10^{-4}$	11,238377
	N = 1024	$8,818414 \cdot 10^{-5}$	11,237773

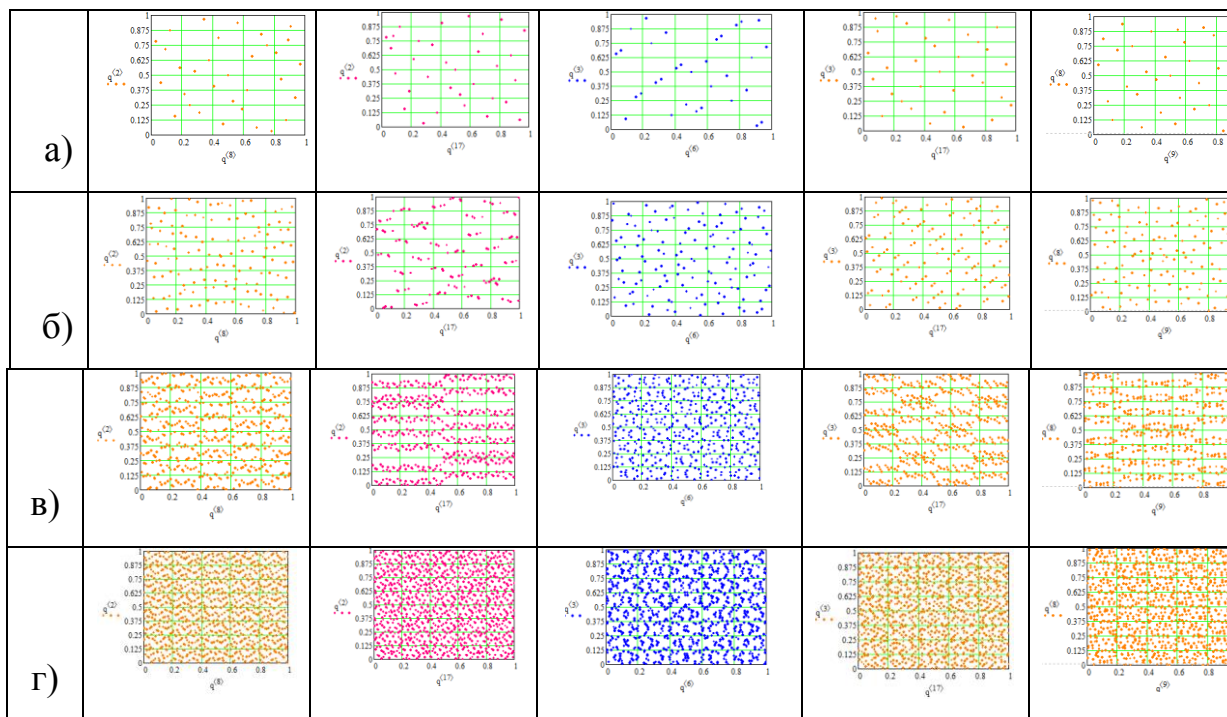


Рисунок 1 – Дослідження гомогенних властивостей окремих попарних проєкцій КПС шести-факторного плану експерименту із різною кількістю точок: а –  $N = 32$ ; б –  $N = 128$ ; в –  $N = 512$ ; г –  $N = 1024$ .

Висновки. Для каталогізації створено багатовимірні (п'яти та шести-факторні) ефективні плани однорідних експериментів, що доведено оцінюванням гомогенності комбінацій квазіпослідовностей Соболя, яким властиві низькі показники узагальнених розбіжностей внаслідок вдалого вибору направляючих чисел.

Література:

1. Fang K. T., Lu X., Winker P. Lower bounds for centered and wrap-around  $L_2$ -discrepancies and construction of uniform designs by threshold accepting. // J. Complexity. – 2003. – no. 19, pp. 692-711.
2. Chatterjee K., Li Z., Qin H. Some new lower bounds to centered and wrap-around  $L_2$ -discrepancies // Stat. Probab. Lett. – 2012. - vol. 82. - no. 7. – pp. 1367–1373.

3. Elsayah A. M., Fang K. T., He P., Qin H. Sharp lower bounds of various uniformity criteria for constructing uniform designs // *Statistics Papers*. - 2021. - vol. 62. – pp. 1461–1482.
4. Lanlan He, Hong Qin, Jianhui Ning. Weighted symmetrized centered discrepancy for uniform design // *Communications in Statistics - Simulation and Computation*. – 2022. - vol. 51. - no. 8. – p. 4509-4519.
5. Garud S. S., Karimi I. A., Kraft M. Design of computer experiments: A review // *Computers & Chemical Engineering*. - 2017. - vol. 106. - no. 11. - pp. 71-95.
6. Halchenko V.Ya., Trembovetska R.V., Tychkov V.V., Storchak A.V. The Construction of Effective Multidimensional Computer Designs of Experiments Based on a Quasi-random Additive Recursive  $R_d$ -sequence // *Applied Computer Systems*. – 2020. – vol. 25. - no. 1. - pp. 70-76. <https://doi.org/10.2478/acss-2020-0009>.
7. Гальченко В. Я., Кошовий М. Д., Трембовецька Р. В. Однорідні плани багатofакторних експериментів на квазівипадкових  $R$ -послідовностях Робертса для сурогатного моделювання у вихрострумовій структуроскопії // *Радіoeлектроніка, інформатика, управління*. – 2022. – т. 62. - № 3. - С. 22–30. <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2022-3-2>.

*Тичков В. В., к.т.н., доцент  
Гальченко В. Я., д.т.н., професор  
Трембовецька Р. В., д.т.н., доцент  
Товстоп'ят В. О., магістрант  
кафедра приладобудування, мехатроніки  
та комп'ютеризованих технологій  
Черкаський державний технологічний університет*

## **РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ**

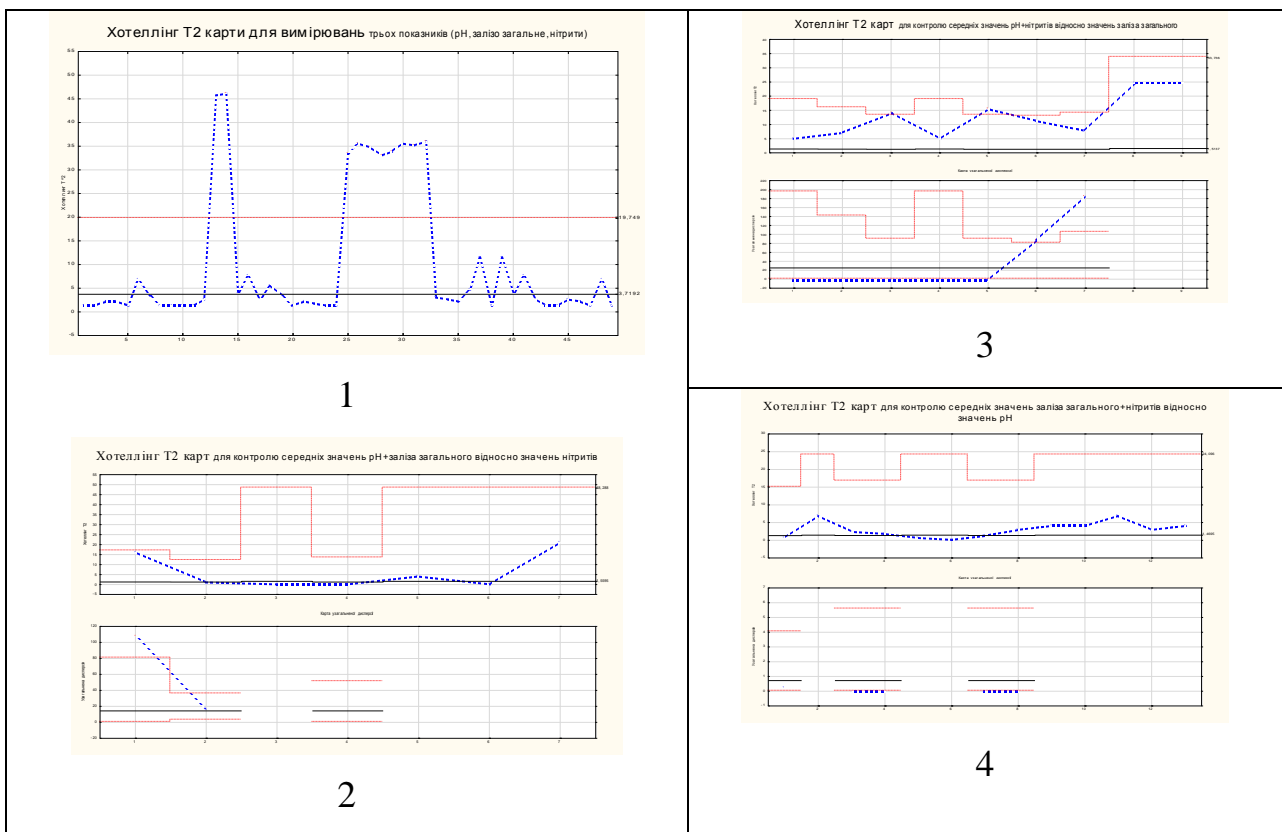
Згідно Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» передбачено створення державної системи екологічного моніторингу та проведення вимірювань за рівнем забруднення станом навколишнього природного середовища.

Для контролю якості природних вод розроблена та досліджена іонометрична автоматизована вимірювальна системи екологічного моніторингу на вміст водневого показника, заліза загального, нітритів та температури, окисно-відновного потенціалу та загальної солоності аналізованої води.

В якості вимірювального блоку був розроблений погрузний бокс, в якому розміщені іоно-селективні електроди. Для визначення загального заліза ( $\text{Fe}^{\text{заг}}$ ) використовували халькогенідний залізо-селективний електрод, для водневого показника (рН) – комбінований рН-електрод, для нітритів ( $\text{NO}_2^-$ ) – комбінований нітрит-селективний електрод, для окисно-відновного потенціалу редокс-електрод та для загальної солоності - датчик солоності з струмовим інтерфейсом та цифровим датчиком температури. Проведено 50 вимірювань хімічних та фізичних показників природної води, послідовно перемикаючи вимірювальний пристрій з електродами.

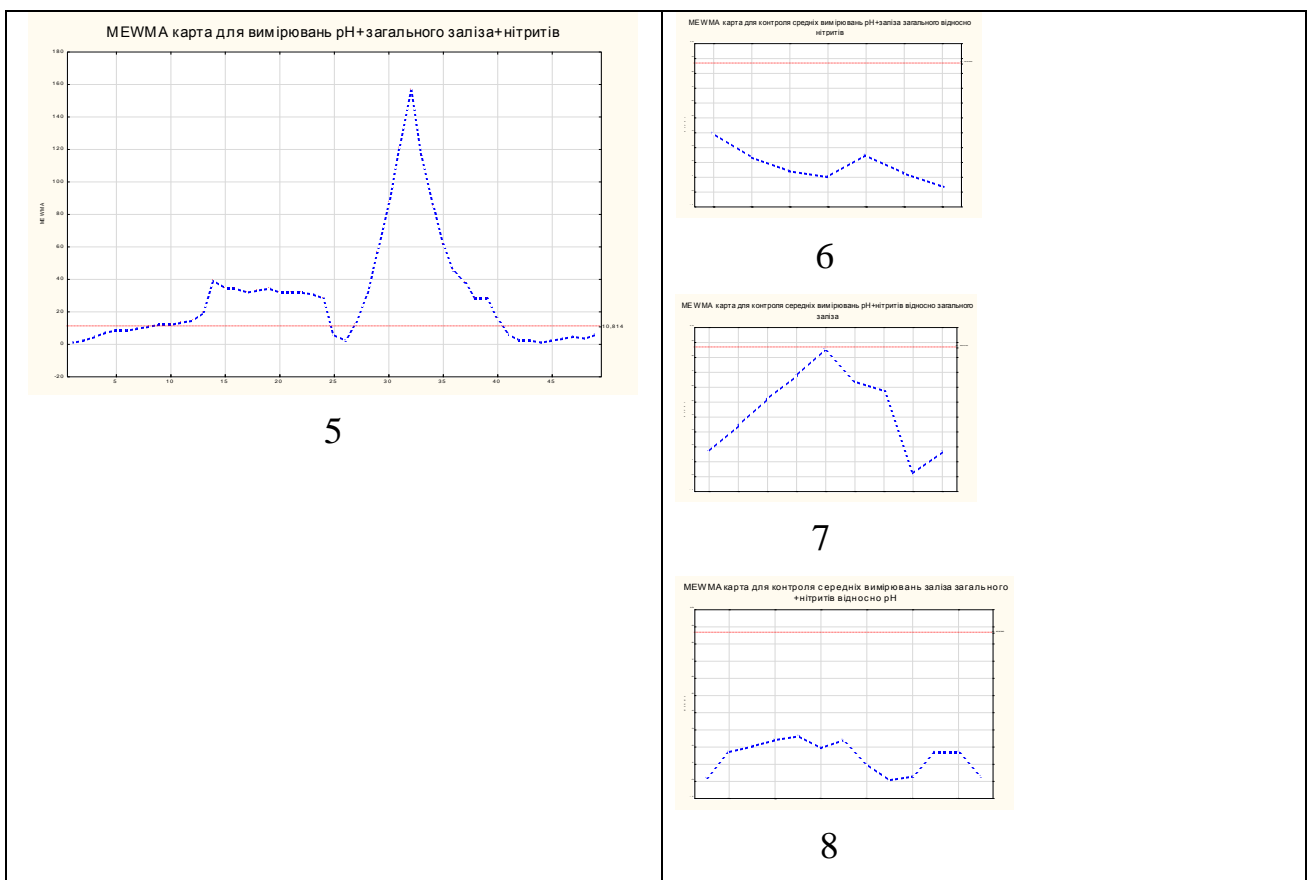
Багатомірна контрольна карта [1-3] – контрольна карта для оцінювання процесу за рівнем двох або більшої кількості ознак. На основі таких карт здійснюють багатомірний контроль якості – контроль якості, при якому кожна одиниця, яку перевіряють, повинна відповідати вимогам до більше ніж однієї ознаки.

Побудовані багатомірні карти контролю якості трьох показників (рН,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ) в програмному комплексі STATISTICA 10: хотеллінг T2 карти всіх трьох показників (1), хотеллінг T2 карти для контролю середніх значень двох показників відносно третього (рН,  $\text{Fe}^{3+}$  відносно  $\text{NO}_2^-$  (2), рН,  $\text{NO}_2^-$  відносно  $\text{Fe}^{3+}$  (3),  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{NO}_2^-$  відносно рН (4)), MEWMA карти для всіх трьох показників (5), MEWMA карти для контролю середніх значень двох показників відносно третього (6-8), CUSUM карти всіх трьох показників (9), багатомірний потік з X-bar та MR картами всіх трьох показників (10), багатомірний потік з X-bar та R картами (11,13,15) та з X-bar та S картами для контролю значень двох показників відносно третього (12,14,16).



Для карти Хотеллінга верхня контрольна межа визначається в термінах ймовірності альфа-помилки (ймовірності помилково порахувати процес, що вийшли з-під контролю, коли насправді це не так, а поява викиду обумовлена випадковою причиною).

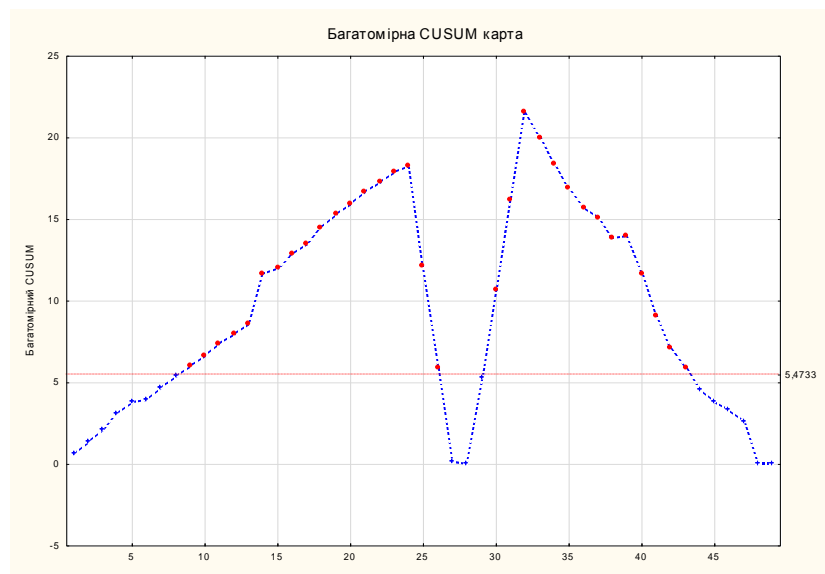
Для контрольної карти Хотеллінга (1) може бути задана лише верхня контрольна межа, тому що статистика  $T_2$  набуває лише позитивних значень. З рисунка видно, що є викид для 13-14 та 25-32 вибірок. Оскільки контрольна карта (1) поєднує багатомірні характеристики якості на одній карті, то важко визначити, яка зі складових процесу розладалася. Крім того, якщо відхилення від норми є тільки в однієї з трьох змінних, тоді як інші змінюються в допустимих межах щодо планових специфікацій, то загальне значення  $T_2$  може і не вийти за контрольну межу картки.



Карти експоненційно зважених ковзних середніх EWMA забезпечують швидше виявлення невеликих і середніх зрушень розподілів досліджуваних



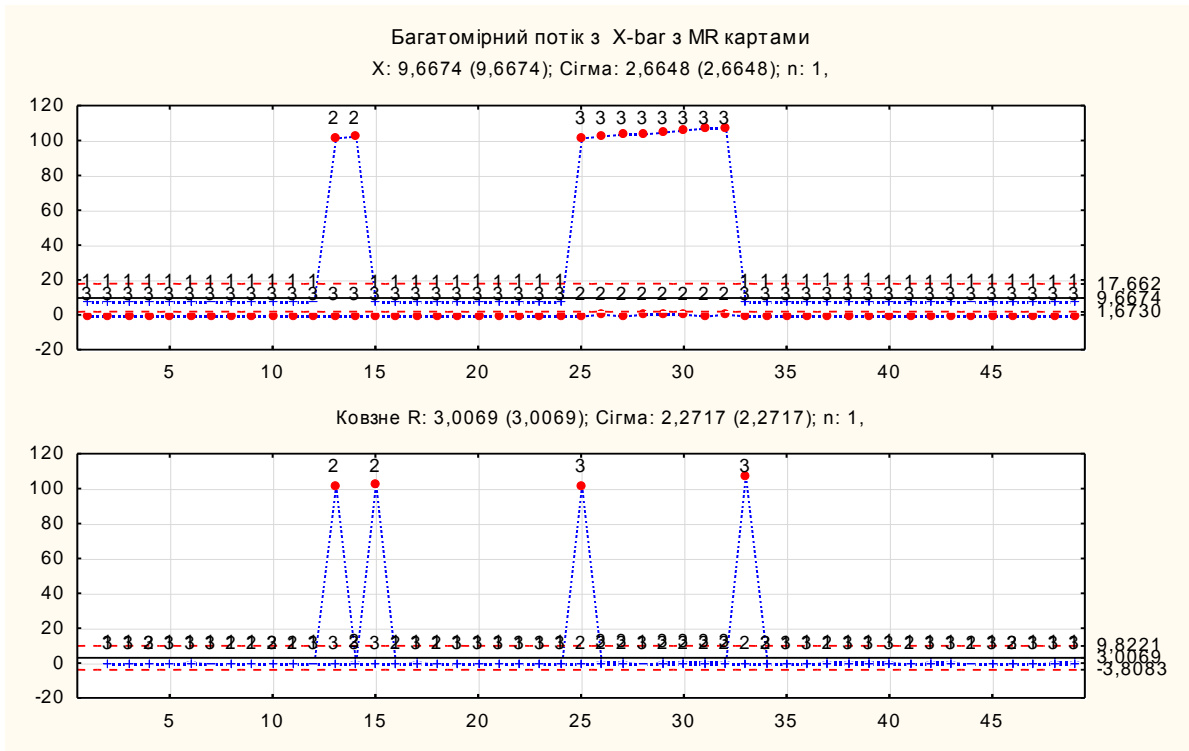
характеристик процесу, ніж контрольні карти Шухарта. Зазвичай, EWMA-карти використовують із виявлення невеликих зрушень середнього процесу. З їхньою допомогою набагато швидше виявляють зрушення величиною від 0,5 до 2. Проте такі карти повільніше виявляють великі зрушення середнього процесу. На рисунку показана вибірка виявлення зрушення середнього процесу.



9

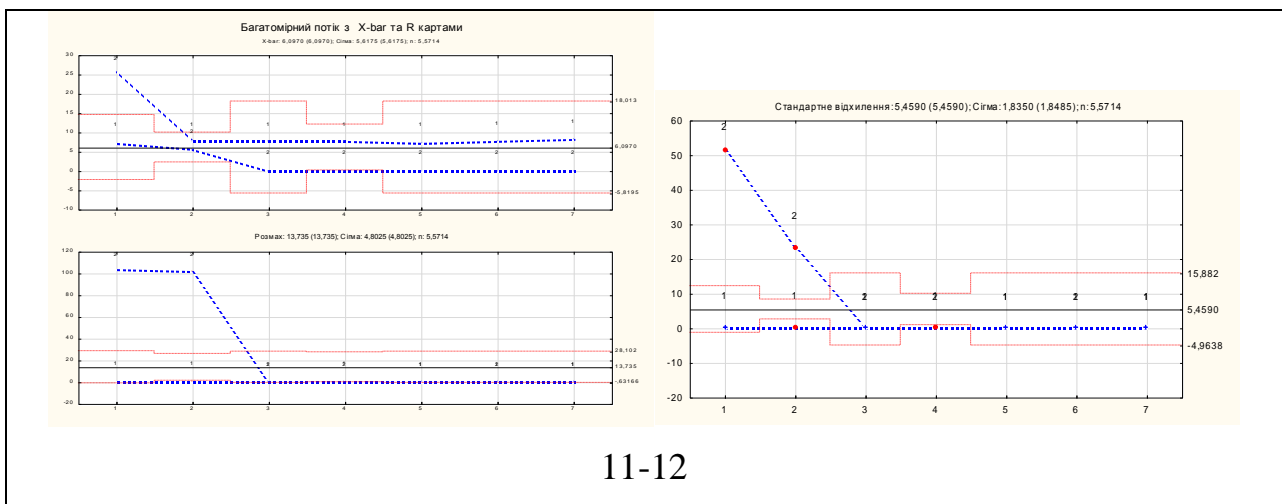
Контрольна карта кумулятивних сум CUSUM – інформативне графічне подання даних, які упорядковані у логічній послідовності. Для розрахунку значень кумулятивних сум використовуємо значення  $pH$ ,  $Fe^{заг}$  та  $NO_2^-$ . З кожного отриманого значення показника якості води віднімають опорне значення і набувають значення кумулятивних сум цих різниць, які наносять на карту. На такій карті інтерес становлять не абсолютні значення сум, а кут нахилу графіка, який визначається за послідовними точками. Саме кут нахилу слугує мірою зміни випадкової величини. Якщо значення локальної середньої серії спостережень більше цільового значення (на карті 5,4733), то крива нахилена вгору, якщо менше - вниз. Чим більший кут нахилу лінії, що

представляє локальне середнє стосовно цільового значення, тим більше відхилення даних від опорного значення.

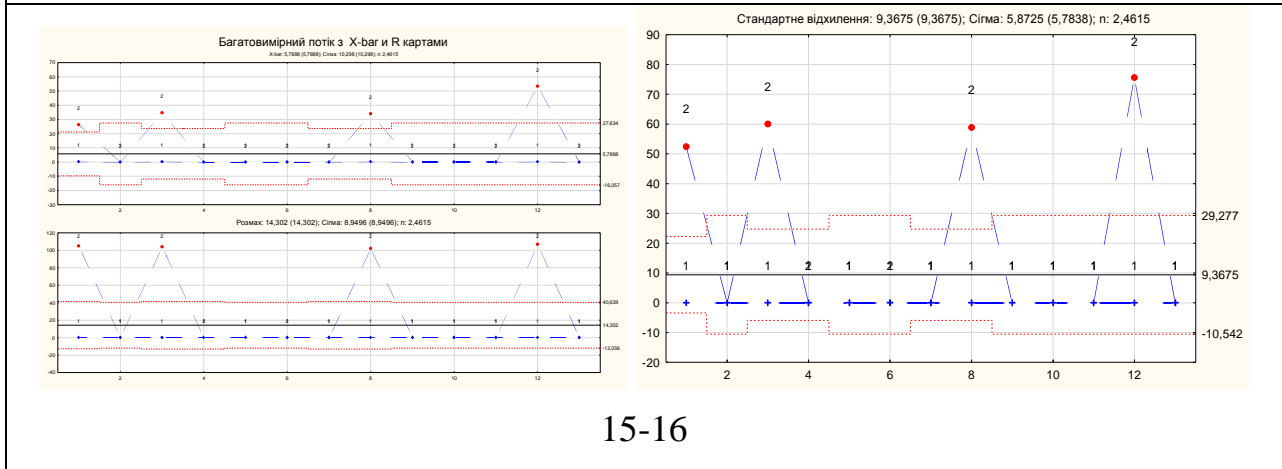
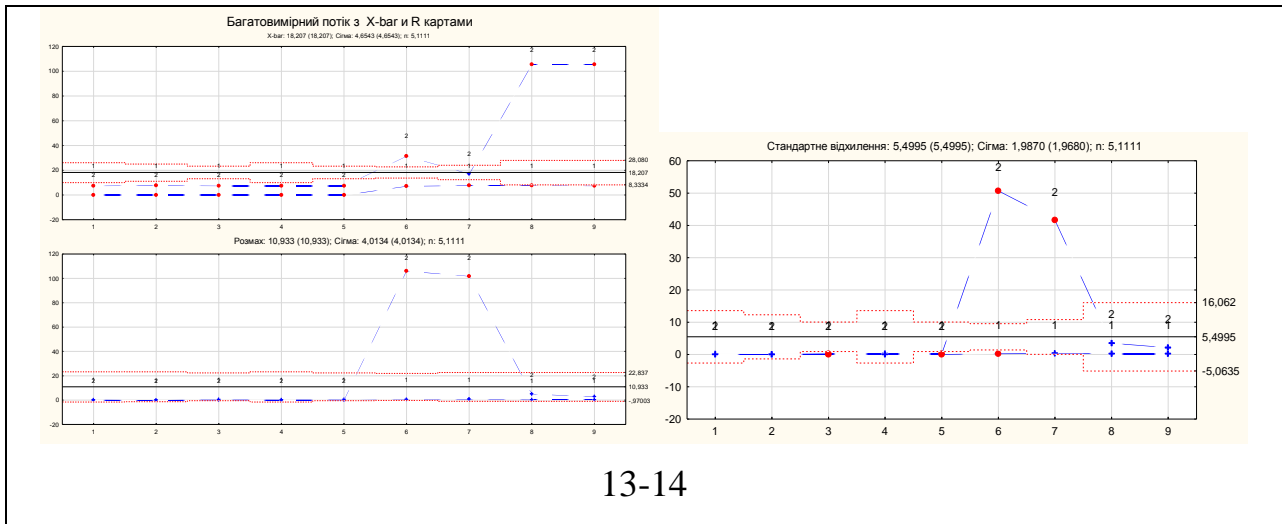


10

Контрольна карта ковзаючих середніх MR–контрольна карта для оцінювання рівня процесу за середнім арифметичним вимірювань всіх трьох показників, в яких нове вимірювання замінює більш старше з останніх вимірювань.



11-12



Контрольна карта індивідуальних значень X - карта – контрольна карта для оцінювання рівня процесу за індивідуальним спостереженням у вибірці. Контрольна карта розмахів R - карта – контрольна карта для оцінювання мінливості процесу за розмахом в підгрупах. Контрольна карта стандартних відхилень S - карта – контрольна карта для оцінювання мінливості процесу за вибіркоvim стандартним відхиленням в підгрупах.

Висновок. Проведено оцінювання значень вимірювання якості води за трьома показниками (водневого показника, заліза загального, нітритів) та побудовані багатомірні контрольні карти.

Література:

1. ДСТУ ISO 3534-1:2008 Статистика. Словник термінів і позначки. Частина 1. Загальні статистичні терміни та терміни теорії ймовірностей (ISO 3534-1:2006, IDT)

2. ДСТУ ISO 7870-1:2016 Статистичний контроль. Карти контрольні. Частина 1. Загальні настанови (ISO 7870-1:2014, IDT)
3. ДСТУ ISO 7870-2:2016 Статистичний контроль. Карти контрольні. Частина 2. Карти Шухарта (ISO 7870-2:2013, IDT)

## **Секція 3**

### **Проблемні питання прийняття рішень**

## **ВИКОРИСТАННЯ МЕТРОЛОГІЇ В ФАРМАЦЕВТИЦІ ТА МЕДИЦИНІ**

Як пов'язані метрологія та фармацевтика? Ще давним давно людей лікували народними, традиційними лікарськими засобами. Тоді правила збору рослин регулювалися залежно від: часу дня, пори року, фазою Місяця тощо.

Можливо не всі знають, що ще зовсім недавно фармацевти використовували «Аптекарські ваги». Що ж це таке? Це історична система мір маси, яка використовувалася лікарями і аптекарями при виготовленні ліків, а також часто і науковцями для зважування речовин.

На даний момент часу є метрологічні служби, які забезпечені на єдності та точності вимірювань. За нормативними документами Держстандарту України та положеннями метрологічні служби, здійснюється контроль. Завдяки нормам, стандартам і правилам метрологія як в фармацевтиці так і в медицині в цілому буде процвітати. Після того як метрологічна служба закінчила перевірку, вона видає свідоцтво про перевірку.

У фармацевтиці на даний час важливе місце займають такі види вимірювань:

- Вимірювання геометричних величин: довжин, кутів тощо;
- Вимірювання механічних величин: маси, напруги, твердості, деформації тощо;
- Вимірювання тисків, вакуумні виміри;
- Фізико-хімічні вимірювання: в'язкість, щільність, концентрація;
- Теплофізичні виміри: температура;
- Вимірювання часу;

- Вимірювання рівня обсягу речовин, масового та об'ємного витрат речовини.

Окрім цього метрологія займається калібруванням приладів. Калібрування приладів полягає у встановленні залежності між показаннями приладу і розміром вимірюваної величини. Наприклад, калібруванням медичного термометра, що показує в ванні з температурою  $36,6^{\circ}\text{C}$  результат на дисплеї  $36,3^{\circ}\text{C}$  буде додавання  $0,3^{\circ}\text{C}$ . При цьому неважливо, чи буде ця величина внесена в пам'ять приладу або написана на приклеєно до термометру папері. Калібрування буває: первинне, періодичне та позачергове. Калібрування закінчується отриманням калібрувального знака (або сертифіката) та записом в експлуатаційних документах.

*Грабовський П. О.,*

*Кондратенко І. О.*

*Студенти 5-го курсу ХНАДУ*

## **ПУЛЬСАЦІЯ ОСВІТЛЕННЯ ЯК НЕГАТИВНИЙ ФАКТОР СВІТЛОВОГО СЕРЕДОВИЩА**

Сучасні джерела світла можуть викликати значні пульсації освітленості на робочому місці, яка здатна стати причиною зорової втоми і травматизму (ураження об'єктами, що рухаються, при виникненні стробоскопічного ефекту) [1, 2]. Максимальне енергозбереження забезпечують світлодіодні лампи з можливістю регулювання світлового потоку, що здійснюється за рахунок широтно-імпульсної модуляції, але особливості пульсації таких ламп недостатньо вивчені. У ході роботи проведено інструментальну оцінку сучасних світлодіодних ламп (у тому числі з регульованим світловим потоком) та виявлено залежність пульсації світлового потоку від ступеня регулювання яскравості.

У сучасному світі широко використовуються різні джерела світла, при цьому збільшуються вимоги до якісних показників освітлювального устрою, у тому числі до пульсації освітленості. Коефіцієнт пульсації є критерієм оцінки відносної глибини коливань освітленості в результаті зміни в часі світлового потоку джерел світла при живленні їх змінним або імпульсним струмом [3, 4]. Прилади для вимірювання коефіцієнта пульсації мало поширені внаслідок високої вартості, тому контроль даного показника здійснюється формально. Сучасні мобільні пристрої укомплектовані датчиком освітленості, що застосовується для регулювання яскравості екрана, показання якого можна використовувати для обчислення коефіцієнта пульсації.

Високий рівень пульсації дає мимовільну електроенцефалографічну реакцію, впливає на біоелектричну активність мозку, тим самим, викликаючи підвищену стомлюваність. При тривалому та короточасному впливі пульсації може з'явитися втома, напруга в очах, головний біль. До найбільш небезпечних наслідків високих пульсацій світлового потоку ламп відноситься виникнення стробоскопічного ефекту – ілюзії нерухомості або уповільненого руху об'єктів, що обертаються, що може призвести до виробничих травм [5].

Проведені дослідження зміни коефіцієнта пульсації при регулюванні яскравості світлодіодних джерел світла показують, що залежність коефіцієнта пульсації від коефіцієнта регулювання має нелінійний характер, а отримана поліноміальна функція має високий рівень адекватності регресійної моделі. Максимальна пульсація спостерігається при низьких рівнях яскравості, а допустима пульсація лише за максимальних.

Експериментальні дослідження джерел штучного освітлення показали, що багато з них відрізняються значною пульсацією світлового потоку, що не дозволяє використовувати їх для виробничого освітлення. Особливо високі значення пульсації характерні для світильників з можливістю регулювання



світлового потоку. Були проведені дослідження зміни коефіцієнта пульсації при регулюванні яскравості та отримані математичні залежності.

Для забезпечення високої працездатності та збереження здоров'я працівників у процесі зорової роботи необхідно враховувати поряд з кількісними показниками джерел світла, якісні характеристики, серед яких найменш вивченим і таким, що надає значний вплив на порушення фізіологічних процесів організму, є пульсація освітленості робочих поверхонь. Контроль величини пульсації джерел світла є важливим санітарно-гігієнічним завданням на підприємстві, вирішення якого дозволяє вибирати та проектувати раціональне та ефективне освітлення виробничих та офісних приміщень. При цьому необхідно звертати увагу не на брендові або маркетингові характеристики ламп, а перевірені в лабораторних умовах.

#### Література:

1. Георгобиани, С. А. Пульсация светового потока светодиодов и особенности ее измерения и нормирования / С. А. Георгобиан, М. Е. Клыков, М. В. Лобанов // Светотехника. 2015. - № 4. - С. 14-17.
2. Ошурков, И. А. О нормативных и гигиенических аспектах питания светодиодов / И. А. Ошурков, В. Д. Поляков, Т. В. Ремизевич // Полупроводниковая светотехника. - № 2. - С. 12-16.
3. Карев, А. В. Оперативный контроль фотобиологической безопасности светильников со светодиодами / А. В. Карев, Д. С. Лёскин // Светотехника. - 2019. - № 3. - С. 11-14.
4. Lehman, B. Designing to mitigate the effect of flicker in LED lighting / B. Lehman, A. J. Wilkins. - DOI 10.1109/MPEL.2014.2330442 // IEEE Power Electronics Magazine. - Vol. 1. - Issue 3. - Pp.18-26.

*Кравцов М. М., доцент каф. МБЖД*

*Жебко А. Е., Івкова В. О., студенти групи Е-22-21*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **НАВЧАННЯ З ПИТАНЬ ОХОРОНИ ПРАЦІ – СКЛАДОВА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ ПІДПРИЄМСТВА**

Під час прийому на роботу всі робітники повинні обов'язково проходити інструктаж з охорони праці, вивчення правил поведінки при аварійних ситуаціях та нещасних випадках згідно з «Типовим положенням про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці» НПАОП 0.00-4.12-05 та «Переліку робіт з підвищеною небезпекою» затвердженої наказом «Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 р № 15».

Згідно ст. 18 Закону України «Про охорону праці» кожен підприємець зобов'язаний організувати навчання з охорони праці, перевірку знань і основних принципів безпечної роботи на робочому місці для персоналу під час прийому на роботу і під час роботи, а також під час переведення співробітника на інший вид роботи на тому же підприємстві. Згідно цим правилам, підприємство розробляє бізнес-правила, річні плани з проведення навчань і оцінки знань з питань охорони праці. Власник несе повну відповідальність за організацію та проведення цієї діяльності на підприємстві. Служба або працівник охорони праці здійснює контроль за дотриманням своєчасного виконання цих заходів[1].

Організування навчання і контроль знань про здоров'я працівників, здійснення навчання, перепідготовки або придбання нової професії, підвищення кваліфікації на підприємстві здійснюється службою охорони праці або іншими фахівцями, яким призначена робота. Навчальна програма включає теоретичну і практичну підготовку. Навчання техніці безпеки на робочому місці - це навчання співробітників, студентів, курсантів, студентів,

стажистів для отримання необхідних знань і навичок, пов'язаних з безпекою на робочому місці або безпечною роботою [2].

Держнагляд охорони праці затверджує перелік робіт де працівники зайняті роботою яка має високий ризик, такі працівники повинні проходити спеціальну підготовку не рідше одного разу на рік. Також спеціальну підготовку проходять робітники які займаються забезпеченням достатнього рівня пожежної безпеки та працівники які контактують з високим ризиком пожежної небезпеки, також посадовці до списку посад проходять навчання і питання з перевірки знань регулярно кожні три роки [3].

У центрі науки, інформації та освіти Держгірпромнагляду працюють керівники центральних та місцевих державних органів виконавчої влади, керівники організаційних підрозділів виробничих процесів, фахівці Служби безпеки на робочому місці, члени Ради з інспекції знань інститутів, а також викладачі безпеки та гігієни праці, також фахівці «Департаменту безпеки та гігієни праці», створюється постійна комісія під керівництвом менеджера або заступника директора підприємства для перевірки знань працівників з безпеки праці, до складу комісії входять фахівці з охорони праці, юридичні служби та інші виробничі і технологічні відділення, а також представники керівного органу державних органів технічного нагляду та профспілкових організацій, уповноважені працівниками, фахівці з медичного страхування праці, «Фонд соціального страхування України від нещасних випадків та професійних захворювань» [4].

Всі члени комісії проходять в обов'язковому порядку навчання і тестування з питань охорони праці. Після проходження тестування учасники отримують сертифікат. У разі незадовільного результату опитування наступна спроба проводиться протягом місяця. Заборонено примати людей які не пройшли навчання. Термін дії навчання і тестування (згідно протоколу) становить п'ять років. Екстрене навчання проводиться у вигляді семінару у разі переводу працівника на нове робоче місце або посаду для

ознайомлення з новими правилами. Навчання проводиться на робочому місці незалежно від форми власності підприємства [5].

НПАОП 0.00-4.12-05 ТИПОВЕ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАННЯ І ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ З ПИТАНЬ ОХОРОНИ ПРАЦІ. У типовому положенні зазначені терміни за значенням, а саме:

Спеціальне навчання-це щорічне дослідження співробітників, які виконують роботу з високим ризиком, або, якщо потрібен професійний відбір, вимоги відповідних правил безпеки праці [6].

Дублювання-це самостійне виконання професійних завдань на робочому місці працівниками (фахівцями) під наглядом досвідченого працівника з обов'язковою підготовкою до надзвичайних ситуацій і протипожежного захисту.

Стажування призначене для того, щоб людина отримала практичний досвід виконання виробничих завдань і завдань на робочому місці підприємства після теоретичної підготовки перед початком самостійної роботи під безпосереднім наглядом досвідченого професіонала [7].

Одним із важливих напрямків діяльності кабінетів охорони праці і керівних працівників підприємств є пропаганда передового досвіду, сучасних досягнень науки і техніки у створенні нешкідливих і безпечних умов праці. Основними методами і формами цієї пропаганди є бесіди, лекції, консультації, виставки, а також проведення конкурсів зі створення нешкідливих і безпечних методів праці з матеріальним і моральним заохоченням працюючих.

Цікавий метод підвищення ефективності безпеки і навчання з питань охорони праці при бригадній організації праці діє на деяких підприємствах різних галузей промисловості України. Він полягає в тому, що за станом безпеки і умовами праці на кожному робочому місці слідкують всі члени бригади та несуть колективну матеріальну відповідальність за порушення методів праці кожним членом бригади. При цьому кожний член бригади

зацікавлений у виконанні вимог безпеки на своєму робочому місці й на всій ділянці, де працює бригада протягом всього робочого дня. Це дозволяє досягти того, що всі члени бригади з відповідальністю ставляться до навчання і до виконання вимог інструкцій по охороні праці. Метод діє особливо ефективно, коли обов'язки відповідального за стан охорони праці в бригаді доручаються по чергово кожному члену бригади. Перед початком зміни відповідальний за стан безпеки праці разом із бригадиром і громадським інспектором з охорони праці оцінює стан безпеки всіх робочих місць бригади, їх підготовленість до виконання робіт. Результати реєструють в журналі трьохступеневого контролю з конкретним описом виявлених недоліків і заходів по їх усуненню. Упродовж робочої зміни відповідальний періодично контролює стан охорони праці в бригаді [8].

Цей метод дає змогу кожному члену бригади на практиці опанувати вимоги охорони праці до різних робочих місць, що обслуговує бригада. За успішне виконання трудових показників і успіхи в виконанні вимог охорони праці бригада матеріально і морально стимулюється.

Проведення заходів з навчання охорони праці є важливою та значною навчальною роботою на будь-якому підприємстві, так як від цього залежить життя та здоров'я працівників. Для подолання підвищенню небезпечних факторів виробництва проводиться професійний відбір персоналу підприємства, використання технічного обладнання для запобігання нещасних випадків, пожеж, літальних випадків, шкоди майну, оточуючій середі та здоров'ю людей. Для цього працівники повинні мати навички надання медичної допомоги, надання помочі постраждалим в надзвичайних ситуаціях, пожежах або від стихійних лих [9].

Література:

1. Конституція України від 28.06.1996 р.
2. Кодекс законів про працю України. - К., 1997.
3. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1994 р.

4. Закон України «Про внесення змін і доповнень, що стосуються охорони праці, до Кодексу законів про працю України» від 15.12.1993 р.

5. Закон України «Про підприємства в Україні».

6. Закон України «Про пожежну безпеку».

7. НПАОП 0.00-4.12-05. ТИПОВЕ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАННЯ І ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ З ПИТАНЬ ОХОРОНИ ПРАЦІ. Будстандарт. Наказ від 26.01.2005 № 15. НПАОП, ДНАОП. С. 36.

8. «Типове положення про навчання з питань охорони праці», затверджено Міністерством праці та соціальної політики комітетом по надзору за охороною праці України № 27 від 17.02.99 р.

9. «Положення про розробку інструкцій з охорони праці», затверджено Міністерством праці та соціальної політики комітетом по надзору за охороною праці України № 9 від 29.01.98 р.

*Кальченко Д. Ю., студент 6-го курсу ХНАДУ*

*Кондратенко І. О., студент 5-го курсу ХНАДУ*

## **ДО ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ МЕТОДУ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ТЕРМОГРАФІЇ ПРИ ДИСТАНЦІЙНИХ ВИМІРЮВАННЯХ ТЕМПЕРАТУРИ ТІЛА ЛЮДИНИ**

Температурні показники поверхні шкіри людини широко використовуються у медичних дослідженнях. Картина просторового розподілу температур по тілу людини може свідчити про наявність патологічних процесів, пов'язаних із різними формами порушення кровотоку, змінами метаболізму та іннервації біологічних тканин. Метод дистанційного вимірювання температури став особливо цікавим під час пандемії covid-19.

Сучасним найбільш універсальним методом оцінки температурних показників тіла є метод інфрачервоної термографії (ІЧТ) [1]. Інфрачервона

термографія ґрунтується на реєстрації власного теплового випромінювання об'єктів в інфрачервоному діапазоні. Обстеження проводиться за допомогою спеціального тепловізійного обладнання (тепловізору), здатного вловлювати, реєструвати та перетворювати на зображення (термограму) інфрачервоне випромінювання об'єкта.

Даний метод реєструє власне теплове випромінювання людини в інфрачервоному діапазоні та є абсолютно безпечним. Донедавна метод не користувався популярністю через технічні обмеження, а головне недостатню чутливість. Однак висока роздільна здатність сучасних інфрачервоних камер дозволяється віднести метод до надійних діагностичних способів [1].

Чутливість сучасних матричних систем досягає  $0,0007...0,01^{\circ}\text{C}$  при просторовому доволі  $640 \times 480$  і швидкості реєстрації близько  $50...100$  кадрів в секунду, що відкриває нові можливості методу.

На точність дистанційного вимірювання температури впливає вологість повітря, температура навколишнього середовища, наявність повітряних потоків, розташування об'єкта дослідження щодо вікон та теплових приладів. У роботі E. FJ Ring, K. Ammer [3] показано, що ІЧТ може давати достовірні результати тільки при дотриманні дослідниками певних стандартів.

У разі медичної діагностики в процесі обстеження пацієнтів корекція результатів вимірювань може здійснюватися або з використанням зовнішніх температурних зразків типу «Чорне тіло», розташованих у полі зору ІЧ камери, або - за максимальною температурою в області очей пацієнтів, яка досить точно відповідає температурі пацієнта, виміряна за допомогою стандартного медичного вушного ІЧ термометра.

Таким чином, узагальнюючи результати досліджень у галузі ІЧТ, можна зробити висновок про те, що використання термографії в клінічній практиці нині має прогресуючий характер. Методика неівазивна і безпечна як для обстежуваного, так і для дослідника, відносно дешева у проведенні, дозволяє діагностувати патологічні зміни на ранній доклінічній стадії захворювання,

дає можливість проводити моніторинг лікування, повторювати дослідження в динаміці, дає додаткову діагностичну інформацію з різних патологій.

Підкреслюємо важливість вимірювання температури тіла методом дистанційної термометрії як одного з основних діагностичних маркерів інфекції під час пандемії коронавірусної інфекції SARSCoV-2. Важливим є своєчасне призначення антипіретичної терапії, контроль за перебігом різних захворювань та ефективністю призначеного лікування.

Термометрія – один із небагатьох методів дослідження, який ніколи не втратить своєї актуальності. Сучасний розвиток технології дозволить більш точно та швидко визначити температуру тіла з безперервним дослідженням у динаміці.

Дистанційні методи збору та обробки сприяють інтеграції та аналізу великої кількості даних. Пандемія, викликана коронавірусом, наголосила на особливій важливості вимірювання температури тіла як одного з основних діагностичних маркерів інфекції. Попри те що дослідження даної теми термометрії нечисленні, потреба у цьому методі зростає. Розробка еталонного термометра є основною перспективою цього десятиліття.

Література:

1. Хижняк Л. Н., Хижняк Е. П., Иваницкий Г. Р. Диагностические возможности матричной инфракрасной термографии // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 19, № 4. С. 170.
2. Кожевникова И. С. Применение инфракрасной термографии в современной медицине (обзор литературы) / И. С. Кожевникова, М. Н. Панков, А. В. Грибанов, Л. Ф. Старцева, Н. А. Ермошина // Экология человека 2017.02. С. 39-46.
3. Ring E. F. J., Ammer K. The technique of infrared imaging in medicine // Thermology International. 2000. P 7-14.



*Коваль А. О., к.т.н., доцент*

*Коваль О. О., студ. гр. ММ-51-22*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОХИБОК ВИМІРЮВАННЯ ЛІНІЙНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ АВТОНАВАНТАЖУВАЧА**

Аналіз результатів експериментальних досліджень датчиків вимірювання відстані – інфрачервоного Sharp GP2Y0A21YK та ультразвукового HC-SR04 виявили як переваги так і недоліки оптичного і ультразвукового методів вимірювання дальності [1,2,3,4].

Так похибка вимірювання інфрачервоного датчика Sharp GP2Y0A21YK в значній мірі залежить від:

- структури відбивної поверхні об'єкта вимірювання;
- напрямку руху (кута відбивання) відбиваючої площини;
- рівня запиленості області вимірювань.

Разом з тим похибка вимірювання інфрачервоного датчика Sharp GP2Y0A21YK зовсім не залежить від кольору відбивної поверхні, температури навколишнього середовища та руху повітря.

Похибка вимірювання ультразвукового датчика HC-SR04 в значній мірі залежить від [5,6]:

- температури навколишнього середовища;
- руху повітря.

Похибка вимірювання ультразвукового датчика HC-SR04 зовсім не залежить від структури відбивної поверхні об'єкта вимірювання, напрямку руху (кута відбивання) відбиваючої площини та незначно залежить від рівня запиленості області вимірювань [7,8].

Таким чином одним із шляхів підвищення точності вимірювань лінійного переміщення елементів конструкції дорожньої машини є комплексування оптичного та ультразвукового методів [9,10]. Суть комплексування полягає в проведенні одночасних вимірювань датчиками Sharp GP2Y0A21YK та HC-SR04 з наступним усередненням результатів вимірювань.

Структурна схема вимірювального комплексу приведена на рис. 1.

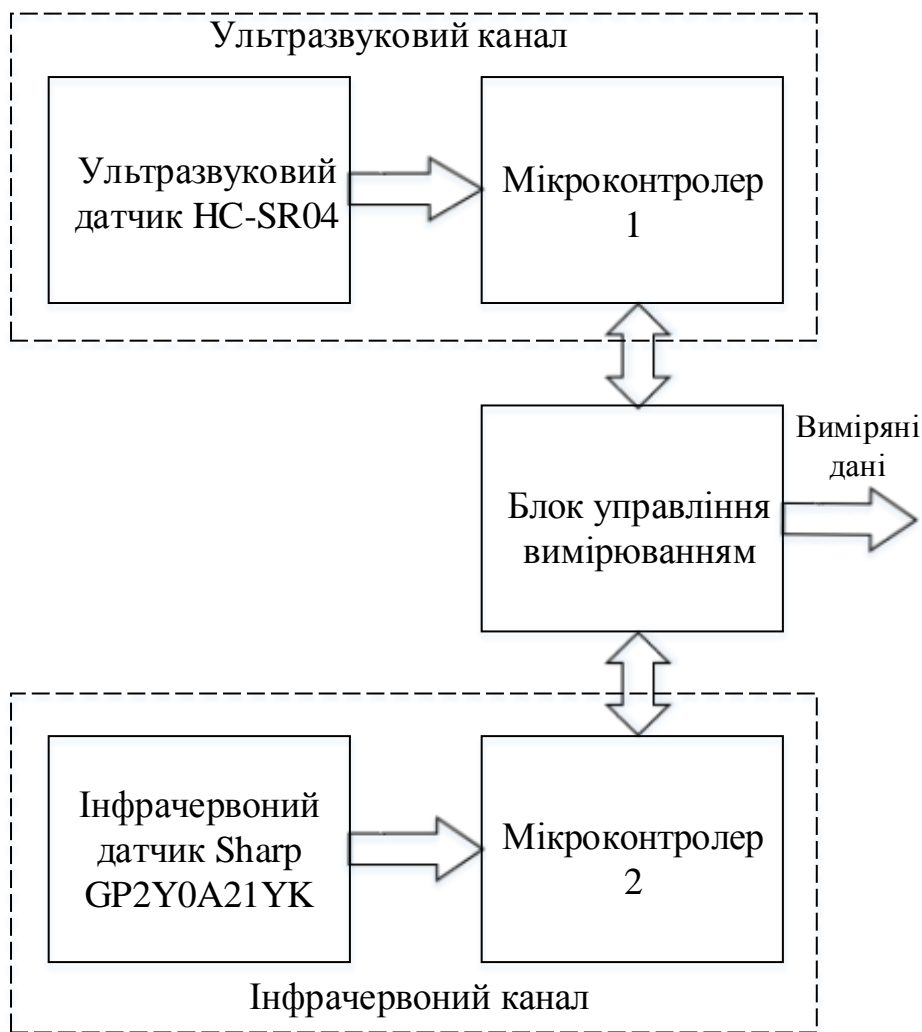


Рисунок 1 – Структурна схема вимірювального комплексу

Вимірювальний комплекс у своєму складі має:

1. Ультразвуковий вимірювальний канал:
  - Ультразвуковий датчик HC-SR04;

- Мікроконтролерний модуль Arduino Nano;
- 2. Інфрачервоний вимірювальний канал:
  - Інфрачервоний датчик Sharp GP2Y0A21YK;
  - Мікроконтролерний модуль Arduino Nano;
- 3. Блок управління вимірюваннями – модуль Arduino Nano.

Робота вимірювального комплексу здійснюється в єдиному масштабі часу, тобто всі вимірювальні процедури синхронізовані від одного синхрогенератора, який розміщено в блоці управління вимірюваннями. Вимірювання відстані проводяться одночасно паралельно обома вимірювальними каналами по командним старт-стопним імпульсах блоку управління. Вимірювальні алгоритми реалізовані окремо для кожного вимірювального каналу в своєму мікроконтролері і функціонують незалежно один від одного. Іншими словами здійснюється паралельна обробка вимірювальної інформації. Після закінчення вимірювань дані вимірювань передаються в блок управління вимірюваннями де обробляються, усереднюються і видаються в порт вводу/виводу.

З метою оцінки ефективності комплексування вимірювань було проведено декілька серій вимірювань в різноманітних умовах. В процесі досліджень датчики були встановлено рядом один з одним на одній нерухомій платформі.

В першій серії була оцінена сумарна похибка при проведенні вимірювань відстані до досить товстого металевого циліндричного стержня діаметром 13 см, який було розміщено вертикально на відстані 50 см від датчиків. Діаметр стержня було вибрано виходячи з того щоб він поміщався в діаграму спрямованості датчиків. Цим і забезпечувалась значна відбивна поверхня. Результати вимірювань приведено на рис. 2.

Обробка результатів вимірювань показала, що відносна похибка вимірювань ультразвукового датчика склала 0,33%, інфрачервоного 0,11%. Відносна похибка комплексних вимірювань становила 0,22%. Тобто можна

говорити про зменшення відносної похибки по відношенню до ультразвукового датчика в 1,5 рази. Але це майже ідеальні умови вимірювань.

В другій серії була оцінена сумарна похибка при проведенні вимірювань відстані до того самого стержня який було покрито шаром тонкого поролону. Тобто ми забезпечили як значну поглинаючу відбивну поверхню в ультразвуковому діапазоні так і слабо відбивну поверхню в інфрачервоному діапазоні. Результати вимірювань приведено на рис. 3.

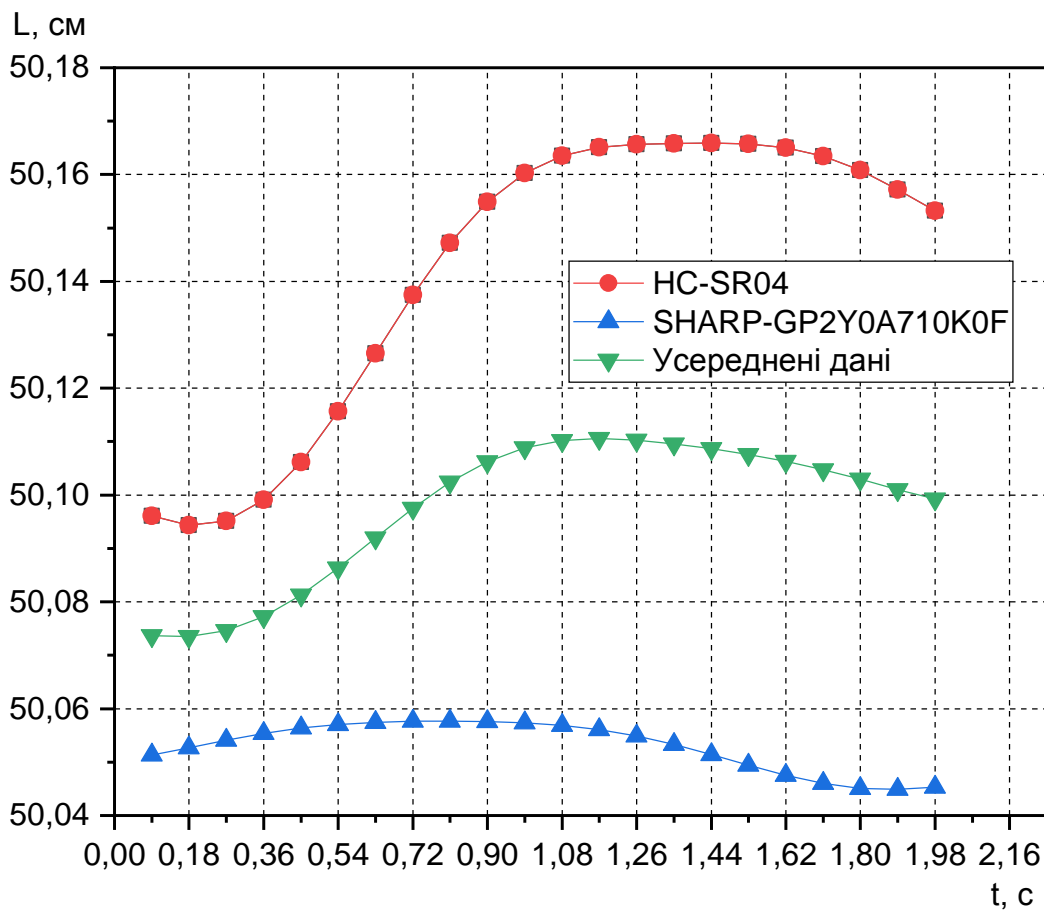


Рисунок 2 – Результати вимірювань відстані при температурі 20 °С

Обробка результатів вимірювань показала, що відносна похибка вимірювань інфрачервоного датчика склала 12,8%, ультразвукового – 8,2%. Відносна похибка комплексних вимірювань становила 9,4%. Тобто можна

говорити про зменшення відносної похибки по відношенню до ультразвукового датчика в 1,36 разів.

Таким чином в результаті того, що недоліки одного датчика частково компенсуються перевагами іншого, внаслідок того що вони функціонують за різними фізичними принципами, їх комплексування дозволяє стабілізувати і зменшити похибку вимірювань відстані. Крім того, в ряді випадків, не можна було проводити вимірювання. В результаті комплексного застосування датчиків Sharp GP2Y0A21YK та HC-SR04 це стає можливим.

Проведені дослідження похибок вимірювань лінійного переміщення елементів конструкції дорожньої машини при комплексуванні оптичного та ультразвукового методів показали як позитивні сторони комплексного використання датчиків Sharp GP2Y0A21YK та HC-SR04 так і негативні.

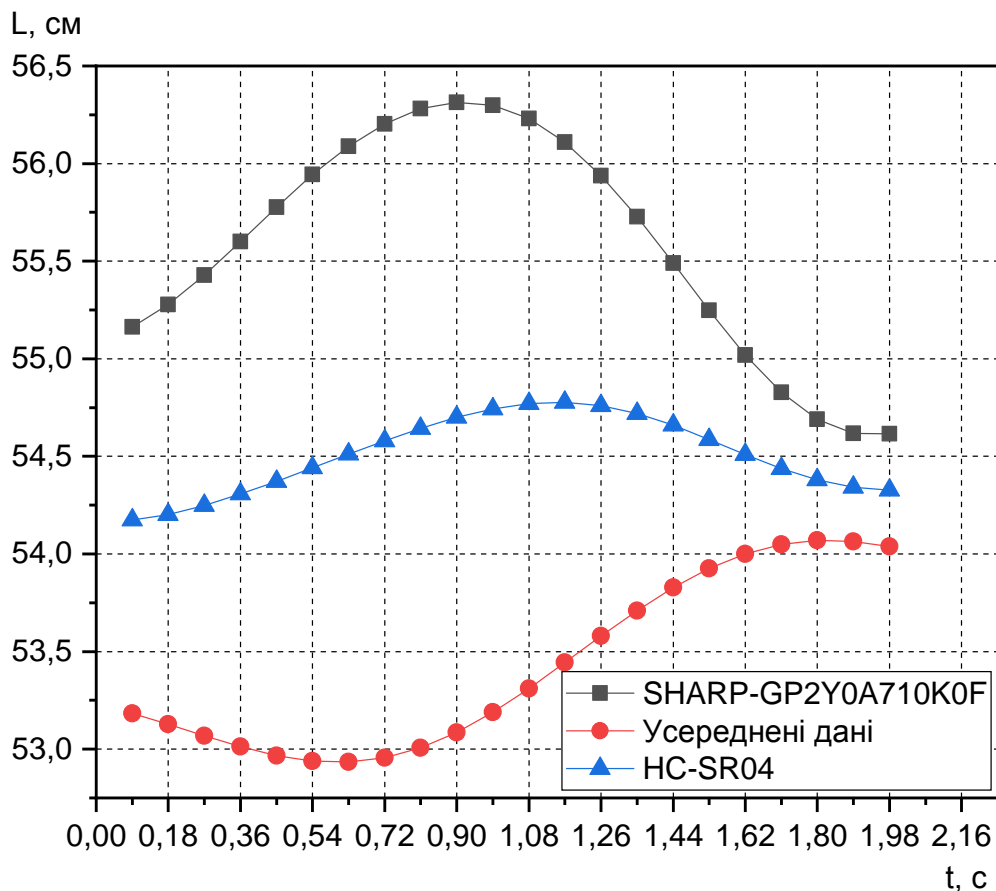


Рисунок 3 – Результати вимірювань відстані при температурі 20 °С і слабкому відбивному сигналі

По-перше – низька вологозахищеність датчика HC-SR04 свідчить про доцільну заміну його іншим.

По-друге – високий рівень вібрації та запилення дорожньої машини в процесі технологічних операцій негативно впливає на роботу датчика Sharp GP2Y0A21YK. Це приводить до значних скачків сигналу датчика і нестабільності вимірювань.

Запропоновані в даній роботі рішення доцільно використовувати в процесі наукових досліджень конструкції дорожньої машини.

#### Література:

1. А. О. Коваль, Н. М. Єфіменко. Обґрунтування необхідності інтелектуалізації інформаційно-вимірювальної системи дорожніх машин. *Проблеми інформатики и моделирования*: сб. науч. тр. 10-й Межд. конф., НТУ "ХПИ". 2010. С. 98–105.

2. Датчик SHARP-GP2Y0A710K0F. URL: <http://robocraft.ru/files/sensors/Sharp/GP2Y0A02YK0FGP2Y0A02YK0F.pdf>

3. Sensor SHARP-GP2Y0A710K0F. URL: <http://playground.arduino.cc/Main/SharpIR>

4. SHARP GP2Y0A02YK0F. URL: [http://zelectro.cc/SHARP\\_GP2Y0A02YK0F](http://zelectro.cc/SHARP_GP2Y0A02YK0F)

5. Ультразвуковой датчик. URL: <https://arduino.ua/prod182-ultrazvukovoi-datchik-rasstoyaniya-hc-sr04>

6. Sensor HC-SR04. URL:

<https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/ultrazvukovoj-dalnomer-hc-sr04/>

7. Ограничения HC-SR04. URL:

<https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/ultrazvukovoj-dalnomer-hc-sr04/>

8. MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification. URL:[https://store.invensense.com/datasheets/invensense/MPU-6050\\_V3%204.pdf](https://store.invensense.com/datasheets/invensense/MPU-6050_V3%204.pdf).

9. А. М. Холодов, В. В. Ничке, Л. В. Назаров. Землеройно-транспортные машины: справочник. Харьков. Высшая школа. 1982. 192 с.

10. Инфракрасный дальномер. URL: <https://ru.coursera.org/lecture/roboty-arduino/3-2-infrakrasnyi-dal-nomier-06s8t>

*Коваль О. А., к.т.н., доцент*

*Коваль Д. О., студ. гр. ММ-11-22*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ПОБУДОВИ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОЇ ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ ТИСКУ**

В процесі розробки пропозицій для зменшення впливу нестационарності вимірювального каналу тиску (ВКТ) був розроблений алгоритм побудови нейромережевої динамічної моделі ВКТ і схемою її навчання для вирішення завдання корекції інерційності ВКТ. Воно формулюється як завдання відновлення вхідної дії каналу тиску за відповідними дискретними відліками його вихідного сигналу [1-5]. З урахуванням даного формулювання необхідно на основі розглянутої прямої моделі і схеми її навчання побудувати нейромережеву інверсну динамічну модель каналу і схему настроювання її параметрів [6]. Інверсна модель повинна забезпечувати відновлення вхідної дії ВКТ, тобто реалізовувати зворотну залежність між його входом і виходом [6].

Для отримання структури нейромережевої інверсної моделі ВКТ звернемося до його дискретної моделі. Представимо дану ПФ в інверсному вигляді і проведемо перетворення:

$$\begin{aligned}
W_s^{-1}(z) &= \frac{X(z)}{Y(z)} = \left( \frac{\beta_0 + \beta_1 \cdot z^{-1} + \beta_2 \cdot z^{-2} + \dots + \beta_{n-1} \cdot z^{-n+1} + \beta_n \cdot z^{-n}}{1 - \alpha_1 \cdot z^{-1} - \alpha_2 \cdot z^{-2} - \dots - \alpha_{n-1} \cdot z^{-n+1} - \alpha_n \cdot z^{-n}} \right)^{-1} = \\
&= \frac{1 - \alpha_1 \cdot z^{-1} - \alpha_2 \cdot z^{-2} - \dots - \alpha_{n-1} \cdot z^{-n+1} - \alpha_n \cdot z^{-n}}{\beta_0 + \beta_1 \cdot z^{-1} + \beta_2 \cdot z^{-2} + \dots + \beta_{n-1} \cdot z^{-n+1} + \beta_n \cdot z^{-n}} = \\
&= \frac{\frac{1}{\beta_0} - \frac{\alpha_1}{\beta_0} \cdot z^{-1} - \frac{\alpha_2}{\beta_0} \cdot z^{-2} - \dots - \frac{\alpha_{n-1}}{\beta_0} \cdot z^{-n+1} - \frac{\alpha_n}{\beta_0} \cdot z^{-n}}{1 + \frac{\beta_1}{\beta_0} \cdot z^{-1} + \frac{\beta_2}{\beta_0} \cdot z^{-2} + \dots + \frac{\beta_{n-1}}{\beta_0} \cdot z^{-n+1} + \frac{\beta_n}{\beta_0} \cdot z^{-n}} = \\
&= \frac{\frac{1}{\beta_0} + \left(-\frac{\alpha_1}{\beta_0}\right) \cdot z^{-1} + \left(-\frac{\alpha_2}{\beta_0}\right) \cdot z^{-2} + \dots + \left(-\frac{\alpha_{n-1}}{\beta_0}\right) \cdot z^{-n+1} + \left(-\frac{\alpha_n}{\beta_0}\right) \cdot z^{-n}}{1 - \left(-\frac{\beta_1}{\beta_0}\right) \cdot z^{-1} - \left(-\frac{\beta_2}{\beta_0}\right) \cdot z^{-2} - \dots - \left(-\frac{\beta_{n-1}}{\beta_0}\right) \cdot z^{-n+1} - \left(-\frac{\beta_n}{\beta_0}\right) \cdot z^{-n}}
\end{aligned} \tag{1}$$

де  $X(z)$ ,  $Y(z)$  -  $z$ - перетворення, відповідно, вхідної дії і вихідного сигналу ВКТ. Введемо наступні позначення:  $\mu_0 = -\frac{1}{\beta_0}$ ,  $\mu_i = -\frac{\alpha_i}{\beta_0}$ ,  $\lambda_i = -\frac{\beta_i}{\beta_0}$  для  $i = \overline{1, n}$ , тоді вираз (1) набуває вигляду:

$$W_s^{-1}(z) = \frac{X(z)}{Y(z)} = \frac{\mu_0 + \mu_1 \cdot z^{-1} + \mu_2 \cdot z^{-2} + \dots + \mu_{n-1} \cdot z^{-n+1} + \mu_n \cdot z^{-n}}{1 - \lambda_1 \cdot z^{-1} - \lambda_2 \cdot z^{-2} - \dots - \lambda_{n-1} \cdot z^{-n+1} - \lambda_n \cdot z^{-n}}. \tag{2}$$

Різницеве рівняння, що відповідає дискретній інверсній ПФ (2) каналу тиску, запишеться наступним чином:

$$x(k) - \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot x(k-i) = \sum_{j=0}^n \mu_j \cdot y(k-j), \tag{3}$$

де  $x(k)$ ,  $y(k)$  — відліки, відповідно, вхідної дії і вихідного сигналу ВКТ з заданою ПФ в дискретні моменти часу  $t_k = k \cdot T$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots$



Зв'язок між виходом і входом дискретної інверсної моделі ВКТ подана в вигляді рекурентного рівняння, яке отримане за виразом (3):

$$x(k) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot x(k-i) + \sum_{j=0}^n \mu_j \cdot y(k-j). \quad (4)$$

Структура виразу (4) аналогічна структурі виразу для прямої дискретної моделі ВКТ, тому і структура нейромережевої інверсної моделі також буде аналогічна структурі нейромережевої прямої моделі ВКТ. Структурна схема нейромережевої інверсної моделі ВКТ на рис. 1. Дана модель являє собою рекурентний нейрон з лінійною функцією активації  $f_a(net)$  і нульовим зсувом  $b_0$ .

При цьому структура даної моделі повністю відповідає виразу (4).

Рекурентне рівняння, що визначає зв'язок між входом і виходом нейромережевої інверсної моделі, запишеться у вигляді:

$$x^*(k) = f_a(net) = net = \sum_{i=1}^n lw_i \cdot x^*(k-i) + \sum_{j=0}^n iw_j \cdot y(k-j), \quad (5)$$

де  $y(k)$ ,  $x^*(k)$  — відліки вихідних сигналів ВКТ з заданою ПФ і нейромережевої інверсної моделі в дискретні моменти часу  $t_k = k \cdot T$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots, n$ ;

$lw_i$ ,  $iw_j$  — ваги нейромережевої інверсної моделі ВКТ,  $i = \overline{(0, n)}$ ,  $j = \overline{(1, n)}$ , які підстроюються в процесі навчання.

У якості критерію навчання інверсної моделі ВКТ вибрана функція похибки між цільовим і реальним виходом нейромережевої моделі ВКТ:

$$E = \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=0}^{N-1} \left( h_0(k-q) - \sum_{i=0}^n lw_i \cdot h_0(k-q-i) - \sum_{j=0}^n iw_j \cdot h_1(k-j) \right)^2. \quad (6)$$

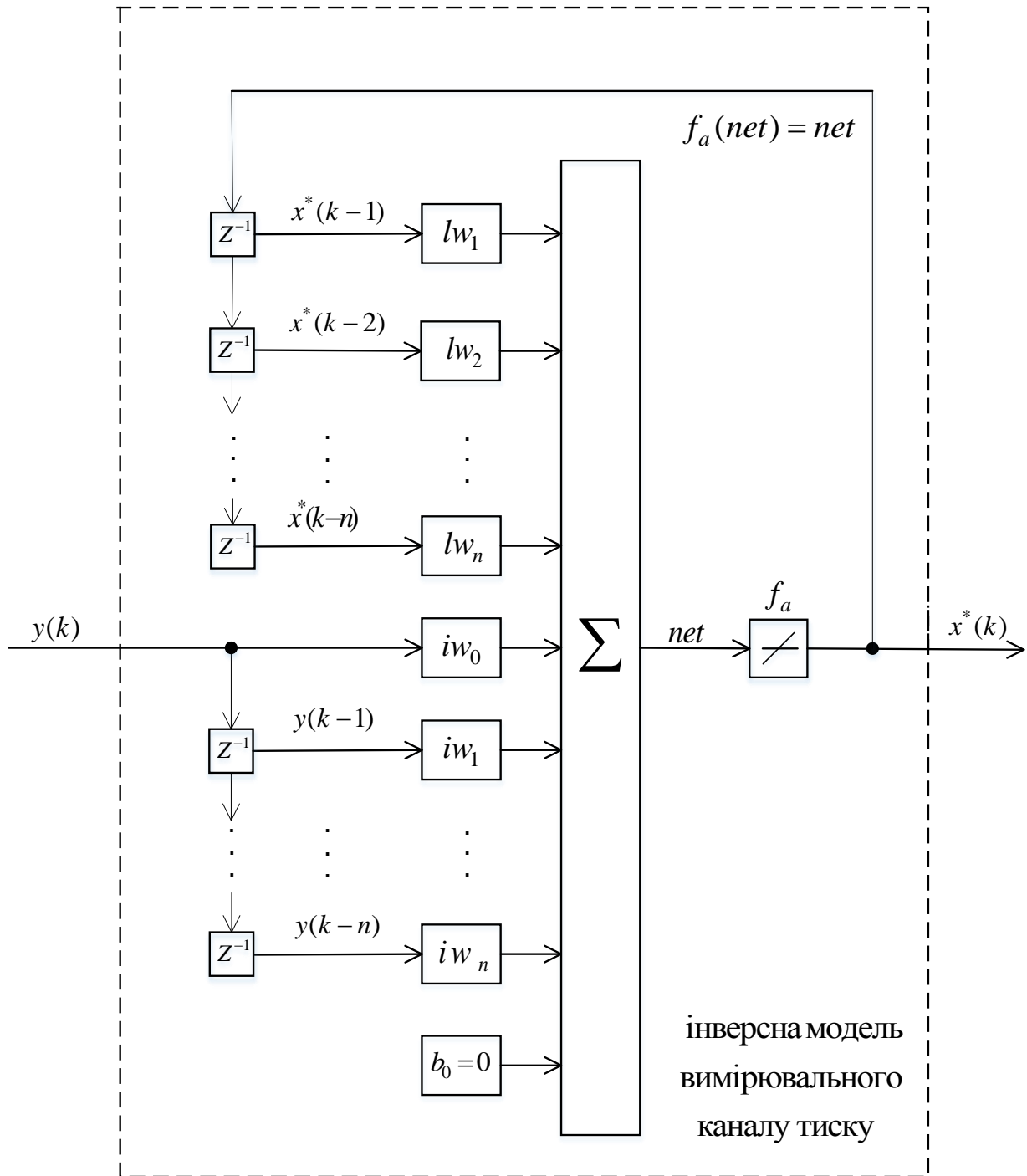


Рисунок 1 – Структурна схема нейронмережевої інверсної моделі вимірювального каналу тиску

При цьому в схемі навчання нейромережевої інверсної моделі каналу необхідно по відношенню до схеми навчання прямої моделі поміняти місцями вхідну і цільову навчальні послідовності.

Запропонований алгоритм побудови нейромережевої динамічної моделі вимірювального каналу тиску може бути використаний як при вивченні технологій інтелектуальних вимірювань так і при дослідженнях інтелектуальних вимірювальних інформаційних систем.

Література:

1. Kuş J. Artificial neural networks in fault diagnosis of dynamical / J. Kuş, J. Korbicz. // *Diagnostics of Processes*. – 2013. – С. 37–49.
2. Ciresan D. Multi-column Deep Neural Network for Traffic Sign Classification / D. Ciresan, U. Meier, J. Masci. // *Neural Networks*. – 2012. – №34. – С. 333 – 338.
3. Armour P. G. A measure of control / Armour. // *Communications of the ACM*. – 2012. – №55. – С. 44–49.
4. Калач А. В. Применение метрологии искусственных нейронных сетей для обработки сигналов сенсоров / А. В. Калач. // *Нейрокомпьютеры*. – 2003. – №10. – С. 43–47.
5. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский. – Москва: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
6. Коваль А. О., Коваль О. А. Просторово розподілені інтелектуальні вимірювальні інформаційні системи: монографія. Харків: Лідер, 2017. 146 с.

*Кравцов М. М., доц. каф. МБЖД ХНАДУ*  
*Шведчикова А. О., ст. гр. Е-21-21ХНАДУ*

**КУРС «ОХОРОНА ПРАЦІ» І «БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ» –  
ШЛЯХ ОСВІТИ І ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ НАСЕЛЕННЯ  
УКРАЇНИ**

Людина та її здоров'я – найбільша цінність держави, яка докладає великих зусиль, створюючи умови безпечної життєдіяльності людини як у середовищі мешкання, так і в середовищі праці. Одним із ключових завдань державної політики України на найближчу перспективу, визначено зниження рівня техногенно-екологічних ризиків та захист населення і територій від надзвичайних ситуацій.

Законодавчою базою для реалізації цих завдань є низка нових законів, що стосуються захисту населення від надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, прийнятих Верховною Радою України. Статистика свідчить про те, що рівень смертності, травматизму, аварій і катастроф в Україні набагато перевищує аналогічні показники розвинутих країн. За темпами вимирання людей Україна входить в першу десятку країн світу, а дитяча смертність в ній найвища в Європі. Одним із головних напрямів забезпечення безпеки населення України є належна освіта з проблем безпеки.

За визначенням Міжнародної організації праці «національно орієнтована на профілактику культури охорони праці означає забезпечення права на безпечні і здорові умови праці на всіх рівнях, активну участь влади, роботодавців та працівників у забезпеченні безпечних і здорових умов праці через чітко сформульовану систему прав, обов'язків і сфер відповідальності, де принцип профілактики має найвищий пріоритет» [1].

Держава зобов'язалась виконати рамкову Директиву ради Європейських Співтовариств 89/391/ЄЕС щодо проведення заходів з метою поліпшення

безпеки і захисту здоров'я працівника під час роботи. Метою цієї директиви є проведення заходів для поліпшення безпеки і захисту здоров'я працівників на робочих місцях. Метою видання є формування світогляду майбутнього фахівця, який у своїй повсякденній праці повинен створювати передумови запобігання нещасним випадкам, захворюванням та усуненням негативного впливу шкідливостей на здоров'я людини в умовах виконання робочих завдань, її існування в побуті та різних за характером надзвичайних ситуаціях. У сучасних умовах людина виступає в суспільстві як в ролі захисника від негараздів, так і в ролі об'єкта, що зумовлює виникнення небезпек внаслідок своєї виробничої та іншої діяльності.

Дисципліни «Безпека життєдіяльності та охорона праці» узагальнюють дані відповідної науково-практичної діяльності, формують поняттєво-категорійний, теоретичний і методологічний апарат, необхідний для вивчення у подальшому охорони праці, захисту навколишнього середовища, цивільного захисту та інших дисциплін, які вивчають конкретні небезпеки і способи захисту від них [2].

Мета вивчення цих дисципліни: забезпечити відповідні сучасним вимогам знання студентів про загальні закономірності виникнення і розвитку небезпек, надзвичайних ситуацій, їх властивості, можливий вплив на життя і здоров'я людини та сформувані необхідні в майбутній практичній діяльності спеціалістів, бакалаврів та магістрів умінням і навичкам для їх запобігання і ліквідації, захисту людей та навколишнього середовища.

Завданнями навчальних дисципліни є:

- вивчення ідентифікації потенційної небезпеки;
- визначення небезпечних, шкідливих та вражаючих факторів, що породжуються джерелами цих небезпек;
- прогнозування можливостей і наслідків впливу небезпечних та шкідливих факторів на організм людини;

- використання нормативно-правової бази захисту особистості та навколишнього середовища, прав особи на працю, медичне забезпечення, захисту у надзвичайних ситуаціях тощо;

- вивчення правових та організаційних основ охорони праці;

- визначення основних завдань системи управління охороною праці на підприємстві;

- вивчення порядку розслідувань та обліку професійних захворювань;

- визначення фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії.

Завданням безпеки праці та життєдіяльності є виявлення умов позитивного та негативного впливу на життєдіяльність та здоров'я людини зовнішніх та внутрішніх факторів, обґрунтування оптимальних умов та принципів життя [3].

Студенти повинні вміти:

- аналізувати та оцінювати небезпечні ситуації;

- оцінити середовище перебування стосовно особистої безпеки, безпеки колективу;

- самостійно приймати рішення про вжиття термінових заходів у разі виникнення екстремальних ситуацій;

- забезпечити особисту безпеку в екстремальних ситуаціях;

- розробляти і впроваджувати систему заходів, спрямованих на збереження здоров'я людини та її гармонійний розвиток;

- визначити психофізіологічні особливості людини та їх роль у забезпеченні особистої безпеки;

- оцінювати негативні фактори середовища перебування та визначати шляхи усунення їх дії на людину;

- надати першу медичну допомогу в екстремальних ситуаціях собі та іншим потерпілим.

Знати:

- основні принципи формування безпечної життєдіяльності людини;

- характеристики зовнішніх та внутрішніх негативних факторів;
- вплив психофізіологічних особливостей людини на формування її безпеки;
- класифікацію та нормування шкідливих та небезпечних факторів, що негативно впливають на здоров'я людини;
- методи виявлення шкідливих та небезпечних факторів;
- основні принципи колективної безпеки; - принципи гармонійного розвитку людини та сталого розвитку людства [4]

При вивченні курсів «Безпека життєдіяльності та охорони праці» передбачається широке використання аналізу конкретних ситуацій, тестів, виконання практичних завдань, тобто сучасних тренінгових методів навчання.

Вивчення дисциплін «Безпека життєдіяльності та охорони праці» передбачає тісні зв'язки з іншими навчальними курсами: «Цивільний захист», «Основи охорони праці», «Охорона праці в галузі», «Основи екології» тощо [5].

Контроль знань проводиться у формі заліку дисципліни «Безпека життєдіяльності» та іспиту у дисципліні «Охорона праці», у яких полягає в оцінці засвоєння студентами навчального матеріалу на підставі результатів його роботи на практичних заняттях і виставляється під час співбесіди з урахуванням результатів складання рубіжних атестацій у студентів заочної форми навчання.

Таким чином, студенти, які досконало засвоїли предмети «Безпека життєдіяльності» та «Охорона праці», здатні вміло діяти в умовах небезпеки, захищаючи таким чином як своє життя і здоров'я, так життя і здоров'я інших людей [6].

Література:

1. Атаманчук П. С., Мендерецький В. В., Панчук О. П., Чорна О. Г. Безпека життєдіяльності та охорона праці (Практичний курс): Навчальний посібник . - Кам'янець-Подільський: "Думка", 2010 - 152 с
2. Васильчук М. В., Медвідь М. В., Сачков Л. С. Збірник нормативних документів з безпеки життєдіяльності . - К . : Фенікс, 2000 . - 896 с
3. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С ., Мельников О. В. Основи охорони праці - Львів: Афіша, 2000 - 350 с
4. Концепція освіти з напрямку "Безпека життя і діяльності людини". - "Освіта України", № 50, 12 .12 . 97 .
5. Лапін В. М. Безпека життєдіяльності людини: Навч по-сібн . Львів: ЛБК; Київ: Знання, 1999 . - С . 3-38 .
6. Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці Законодавство України про охорону праці . Т . 1 . - К . : "Основа", 1995 .

*Треус І. С. магістр*

*Науковий керівник – к.т.н., доцент Лежнева О. І.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ПРОБЛЕМА ЗАПИЛЕНOSTІ РУДНИЧНОЇ АТМОСФЕРИ ПРИ КОМБАЙНОВОМУ ВИДОБУТКУ КАМ'ЯНОЇ СОЛІ**

На державному підприємстві «Артемсіль» (рудник №4) під час роботи комбайна «Урал-20КСА» запыленість рудничної атмосфери становить в середньому  $210 \text{ мг/м}^3$ . При роботі 4ПП-2М запылення в середньому становить в тих же умовах провітрювання  $\sim 1400 \text{ мг/м}^3$  (Межі 20-6026  $\text{мг/м}^3$  залежно від висоти роботи ріжучого органу).

Дані вимірювань запыленості повітря в очисних вибоях камер копалень ДП «Артемсіль» наведено у табл. 1.



Вимірювання запиленості повітря у зоні роботи виконавчого ріжучого органу комбайна типу «Урал» за захисним щитом показало, що концентрація пилу досягає 4300-4500 мг/м<sup>3</sup>. [2].

При завантаженні солі до самохідного вагона від комбайна «Урал-10КСА» на цьому руднику, на робочому місці машиніста вагона середня запиленість повітря склала 530 мг/м<sup>3</sup> тобто, була вищою в 2,5 рази, ніж на робочому місці машиніста комбайна.

Таблиця 1 – Запиленість повітря в очисних вибоях камер копалень державного підприємства «Артемсіль» [1]

Номер рудника, тип комбайну і № камери у	Концентрація пилу, мг/м <sup>3</sup>			Відносна вологість, %	Примітка
	У гирлі камери	На робочому місці машиніста комбайну	Місце перевантаження солі з комбайну		
№4 «Урал-20КСА»					Рух комбайна за напрямком свіжого струменя
5	20	133	400	95	
10	20	200	360	98	
19	110	180	460	98	
9	30	170	750	95	
12	60	270	350	94	
№1,3 «Урал-10КСА»					Рух комбайна за напрямком свіжого струменя
15	12	280	220	93	
14	14	290	270	94	
«Урал-20КСА»					
46	18	480	400	90	
44	23	600	1350	91	

Причому під час проведення очисних робіт проти напряму руху свіжого струменя різко (до 2 разів) збільшується запиленість на робочих місцях привибійної зони.

Згідно з «Правилами безпеки при розробці рудних, нерудних та розсипних родовищ підземним способом» [3], кухонна сіль може бути

віднесена до інших видів мінерального та рослинного пилу, що не містять  $\text{SiO}_2$  і домішок токсичних речовин, та її гранично допустима концентрація (ГДК) становить  $10 \text{ мг/м}^3$ ; ця величина застосовується і для розрахунків, пов'язаних з вентиляцією та знепилюванням. Але за даними Донецького науково-дослідного інституту гігієни праці та професійних захворювань ГДК соляного пилу в повітрі робочих зон не має перевищувати  $5 \text{ мг/м}^3$ .

З аналізу даних табл. 1 і норм ГДК концентрації соляного пилу, можна зробити такі висновки:

- концентрація пилу, що надходить з подачі повітря в гирлі камер у 2-6 разів, а інколи і в 11 разів перевищувала ГДК;
- запиленість на робочому місці машиніста комбайна перевищувала норму ГДК в 13,3-29 разів при напрямку роботи комбайна по свіжому струменю;
- при роботі комбайна проти руху свіжого струменя перевищення ГДК досягало 60 разів;
- у місцях перевантаження солі з комбайна в самохідний вагон або бункер-перевантажувач ГДК перевищувалася в 35-46, а іноді до 75 разів;
- порівнюючи концентрацію пилу в зоні роботи виконавчого органу комбайнів типу «Урал» можна зробити висновок, що наявність огорожі значно покращує пилову обстановку в очисних вибоях при наскрізному провітрюванні.

В результаті багаторічної роботи пов'язаної з вивченням та вирішенням проблеми боротьби з соляним пилом було розроблено багато різних способів та заходів по знепилюванню, котрі поділені на різні групи [4].

Мокрі способи пилоподавлення включають зрошення водою, гасіння повітряно-механічною піною, водоповітряне душення, застосування пари низьких температур і для певних геологічних умов – нагнітання води в масив.

Пасивні способи включають суміш методів зниження запиленості, які можна назвати також організаційними способами. Це герметизація (укриття) місць пилоподавлення; протипилова вентиляція, тобто забезпечення виробок та робочих місць достатньою кількістю повітря з ефективною швидкістю його руху; локалізація основних осередків пиловиділень повітряною завісою, що не дозволяє розповсюдженню пилової хмари в зону робочих місць; вдосконалення технологічних процесів та ін.

До активних способів боротьби з пилом віднесено методи безпосереднього впливу на пил з метою запобігання утворенню літаючого пилу або уловлювання вже утвореного пилу в рудничній атмосфері.

Наведемо аналіз деяких із них.

Гасіння повітряно-механічною піною. Цей спосіб характеризується високою змочувальною здатністю, значно меншою в порівнянні з іншими способами витратою рідини і здатністю більш ефективного утримування дрібнодисперсного пилу. Але застосування цього способу в умовах кам'яносоляних шахт неприйнятно нині, оскільки всі відомі піноутворювачі токсичні.

Зрошення водою з використанням форсунок механічної дії. Цей спосіб використовується у серійних зрошувальних системах комбайнів, що випускаються для вугільної промисловості. Необхідна витрата води становить 20-50 л/хв. на 1 т корисних копалин. Такі великі витрати води в умовах агресивного сольового середовища призводить до перезволоження видобутої солі, що призводить до її злежуваності та створення складностей при подальшій переробці, підвищенню корозійного зношування обладнання, цементації посадкових гнізд під різці і т.д.

Пневмогідрозрошення (ПГЗ). Цей спосіб найбільш розроблений та випробуваний на соляних рудниках з машинною технологією видобутку. Сутність способу полягає у розпиленні води форсунками з використанням стисненого повітря. Дана система має порівняно низькі витрати води 1,3-1,7

л/хв. та високу ефективність пилоподавлення 85-95%. Незважаючи на явні переваги ПГЗ та використання його в проектах, на жодному із солерудників ця система не використовується. Це насамперед пояснюється організаційними труднощами.

Сухе знепилення. В даний час всі прохідницькі та прохідницько-очисні комбайни оснащені заводами-виробниками пиловідсмоктуючими установками. Але, ефективність роботи в умовах соляних копалень дуже низька у зв'язку з відсутністю розгалуженої мережі повітря приймачів. Через низьку ефективність (20-30 %) та високий шум при роботі вентиляторів відсмоктування робітники їх відключають, що ще більше погіршує обстановку у вибоях.

Тому на даний момент проблема пилоподавлення при машинному видобутку кам'яної солі є досить актуальною.

#### Література:

1. З. Р. Маланчук, Є. З. Маланчук, В. Я. Корнієнко. М18 Спеціальні технології видобутку корисних копалин: навчальний посіб. Рівне: НУВГП, 2017. 266с.

2. Про затвердження Правил безпеки під час розробки родовищ рудних та нерудних корисних копалин підземним способом від 23.12.2016 №z0129-17 / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0129-17> (дата звернення:15.10.2022)

3. Визначення рівня запиленості на підземних робочих місцях та викидів соляного пилу в атмосферу земної поверхні на рудниках ДП «Артемсіль»: Звіт про НДР / УкрНДІсоль; кер. О. М. Єщенко Артемівськ 2013. 101с.

4. Визначення впливу природних та технологічних факторів на інтенсивність пиловиділення при машинному видобутку кам'яної солі та розробка комплексу заходів щодо покращення санітарно-гігієнічних умов праці підземних робітників та зменшення викидів в атмосферу: Звіт про НДР / УкрНДІсоль; кер. О. М. Єщенко Артемівськ. 2014. – 71с.

## **Секція 4**

### **Ліквідація наслідків аварій на техногенно небезпечних об'єктах**

## **СКОРочЕННЯ ЧАСУ ОПЕРАТИВНОГО РОЗГОРТАННЯ ПЕРШИМ РЯТУВАЛЬНИМ ПІДРОЗДІЛОМ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ**

Аналіз надзвичайних ситуацій техногенного характеру показує, що активна участь в їх ліквідації пожежно-рятувальних підрозділів призводить до різкого зменшення негативних наслідків. Особливо це стосується дій перших пожежно-рятувальних підрозділів під час проведення аварійно-рятувальних робіт, які починаються з оперативного розгортання пожежно-рятувальних автомобілів.

Ефективне проведення аварійно-рятувальних робіт в умовах попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного характеру супроводжується протиріччям між тактичними прийомами, що були розроблені в 60-70-х роках двадцятого сторіччя з урахування створеної на той час рятувальної техніки і наведені в діючих документах, та наявною практикою оперативної роботи рятувальників, які на початковому етапі можуть використовувати нові зразки пожежних автомобілів з покращеними тактико-технічними характеристиками. При цьому для них відсутні рекомендації щодо їх використання, які б враховували нові типи пожежно-рятувальних автомобілів, рівень підготовленості особового складу або пору року тощо. Все це свідчить, що ефективне проведення аварійно-рятувальних робіт першим пожежно-рятувальним підрозділом вимагає розробки комплексу оперативно-технічних заходів, реалізація яких забезпечить скорочення часу оперативного розгортання пожежно-рятувальних автомобілів при обмеженнях на людські і технічні ресурси, не знижуючи при цьому рівень безпеки рятувальників

Метою статті є розробка оперативно-технічної методики скорочення часу оперативних розгортань першим рятувальним підрозділом під час ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Для досягнення поставленої мети були вирішені такі задачі:

1. Проаналізувати особливості оперативного розгортання аварійно-рятувальних сил та засобів;

2. Розробити математичну модель оперативного розгортання першого рятувального підрозділу під час ліквідації надзвичайної ситуації техногенного характеру та оперативно-технічної методики на її основі;

3. Перевірити достовірність розробленої математичної моделі та методики, створеної на її основі;

У процесі досліджень отримані наступні наукові результати. Вперше розроблено математичну модель оперативного розгортання першого аварійно-рятувального підрозділу під час ліквідації надзвичайної ситуації техногенного характеру, яка являє собою систему чотирьох аналітичних залежностей. Перша – функціонал описує процес оперативного розгортання аварійно-рятувальних сил та засобів; друга – дозволяє уявити функціонал як сукупність однофакторних моделей; третя – забезпечує визначення вагових коефіцієнтів при вирішенні трьох факторної завдання (клас пожежно-рятувального автомобіля, підготовку рятувальника, пора року); четверта – дозволяє оцінити і вибрати оперативно-технічні рекомендації з ліквідації надзвичайної ситуації техногенного характеру.

Методика скорочення часу оперативних розгортань першим рятувальним підрозділом під час ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного характеру дозволяє розробити науково-обґрунтовані рекомендації щодо підвищення ефективності дій особового складу оперативно-рятувальних підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Основні результати дослідження були впроваджені в практичну діяльність Головного управління Державної служби України з

надзвичайних ситуацій у Харківській області, Інституті державного управління та наукових досліджень цивільного захисту та Національного університету цивільного захисту України.

*Черьомухін П. О., магістр*

*Науковий керівник - к.т.н., доцент Богатов О. І.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ОЦІНКА СТАНУ МІКРОКЛІМАТУ НА ДЕРЖАВНОМУ ПІДРИЄМСТВІ «ЕЛЕКТРОВАЖМАШ»**

Відомо багато способів отримання виливків з підвищеними об'ємними і поверхневими властивостями. Ці властивості у виробках можуть бути отримані механічною або хіміко-термічною обробкою, литтям або комбінованими способами.

Ливарне виробництво продовжує залишатися основною заготівельною базою машинобудування і в перспективі збереже своє лідируюче положення. На частку литих деталей в середньому припадає 50...70% маси (у верстатобудуванні до 90%) і 20% вартості машин. Найчастіше тільки методами лиття можна провести складні по конфігурації і геометрії заготовки з чорних і кольорових сплавів з високим (75...98%) коефіцієнтом використання металу, що свідчить про переваги лиття в порівнянні з іншими технологіями отримання металозаготовок [1]. Як правило, литі деталі несуть високі навантаження в машинах, механізмах і визначають їх експлуатаційну надійність, точність і довговічність.

До того ж ливарні технології мають низку переваг порівняно з зазначеними методами і порошковою металургією [2], а також дозволяють досягти найбільшої надійності і довговічності литих виробів з можливістю регулювання їх властивостей і структури.



Але при проведенні технологічного процесу армування виливків в ливарному цеху, на всіх його стадіях, можливо прояв небезпечних і шкідливих виробничих чинників, різних по своїй структурі, формам прояву, характеру дії на людину.

У склад цеху входять: плавильне відділення, відділення лиття в піщаноглинисті форми, відділення лиття за моделями, що газифікуються, відділення фінішних операцій та склад шихтових і формувальних матеріалів.

У цеху (рис. 1.) виплавляються виливки із сірого чавуну СЧ20, СЧ25. Виливки отримують спеціальними способами литва: литтям за моделями, що газифікуються та литтям в піщано-глинисті форми. Метал виплавляється в індукційній електропечі ІЧТ-2,5/1,0.

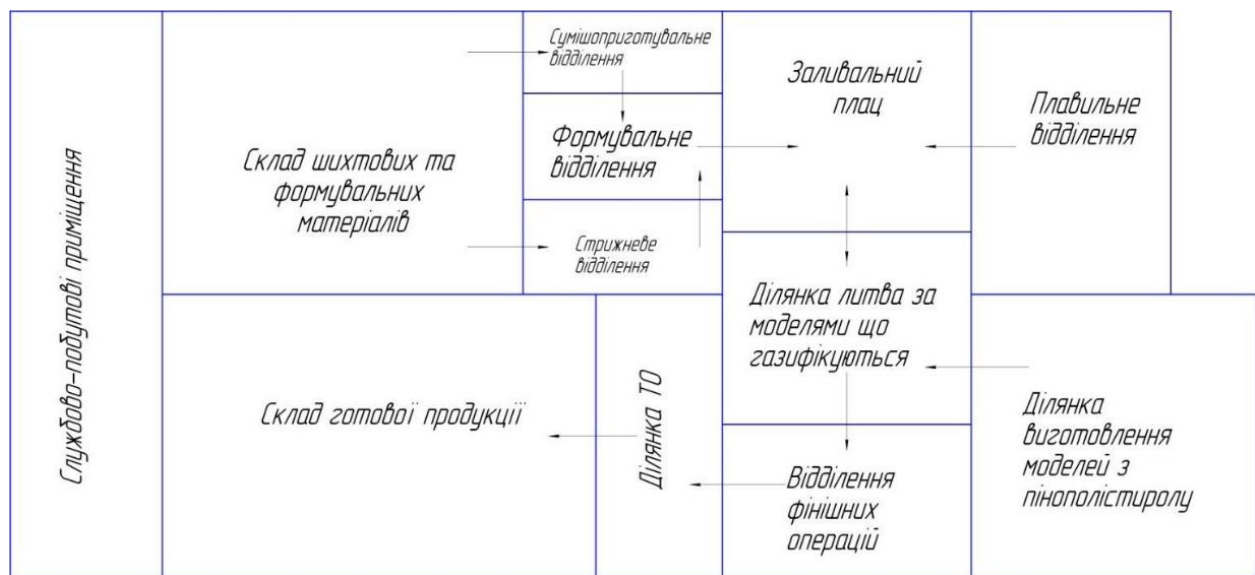


Рисунок 1 – План схема цеху

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні підтримуємо оптимальну та допустиму температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря та інтенсивність теплового випромінювання, які зведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Параметри мікроклімату відповідно до ДСН 3.3.6.042–99

Період року	Температура повітря, °С			Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	Оптимальна	Допустима на робочих місцях		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
		постійних	непостійн				
Холодний	17...19	15...21	13...23	40...60	75	0,2	0,4
Теплий	20...22	12...27	15...29	40...60	70	0,3	0,2...0,5

Проведено заміри фактичних величин мікроклімату (табл. 2) Отже порівнявши оптимальні величини температури, відносної вологості 15...29 та швидкості руху повітря робочої зони з фактичними робимо висновок, що температура повітря, відносна вологість в робочій зоні приміщення виходять за межі допустимого. Швидкість руху повітря не виходять за межі допустимого. І мікроклімат не відповідає оптимальним умовам.

Таблиця 2 – Фактичні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень.

Період року	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	16	65	0,2
Теплий	29	38	0,1

Відповідність вказаних вище значень параметрів мікроклімату буде досягтися утворенням в цеху загальної системи вентиляції, яка повинна забезпечити повітрообмін не менше 60 м<sup>3</sup>/(чол. год). У цеху передбачено систему повітряного опалення, яка сполучена з припливною вентиляцією, з підігрівом припливного повітря в калориферах. Температура підігрітого повітря не більше 60 °С, при подачі його на висоті менше 3,5 метрів від підлоги і на відстані більше 2 метрів, від працівників. На дільницях плавки та заливки система вентиляції повинна забезпечувати допустиме значення температури. У теплий період року допускається перевищення температури не більше, ніж на 3 °С середньої температури зовнішнього середовища. При

високій температурі повітря організм втрачає відповідну кількість вологи, а разом з нею і солі, які грають важливу роль у життєдіяльності людини.

Відповідність вказаних вище значень параметрів мікроклімату буде досягатися утворенням в цеху загальної системи вентиляції, яка повинна забезпечити повітрообмін не менше  $60 \text{ м}^3/(\text{чол. год})$ . У цеху передбачено систему повітряного опалення, яка сполучена з припливною вентиляцією, з підігрівом припливного повітря в калориферах. Температура підігрітого повітря не більше  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ , при подачі його на висоті менше 3,5 метрів від підлоги і на відстані більше 2 метрів, від працівників. На дільницях плавки та заливки система вентиляції повинна забезпечувати допустиме значення температури. У теплий період року допускається перевищення температури не більше, ніж на  $3 \text{ }^\circ\text{C}$  середньої температури зовнішнього середовища. При високій температурі повітря організм втрачає відповідну кількість вологи, а разом з нею і солі, які грають важливу роль у життєдіяльності людини.

Для поновлення втрат вологи у цеху повинні бути встановлені сатуратори пристрої для роздавання газованої підсоленої води, що містить 0,5% кухонної солі (хлористий натр); газація води має провадитися вуглекислотою.

Постачання водою всіх робітників гарячого цеху має провадитися з розрахунку 4...5 л на людину на зміну. Температура питної води  $18...20 \text{ }^\circ\text{C}$  [3].

Суттєві фізіологічні зміни в організмі здійснюються також при холодovому впливу, яке приводить до переохолодженню організму (гіпотермія). Тому в холодний період року передбачаємо опалення.

В якості теплоносія для обігріву ливарного цеху застосовуємо гарячу воду або пару та застосовуємо припливну вентиляцію для опалення деяких відділень ливарного цеху (відділення лиття в піщано-глинисті форми по вогкому, відділення лиття за моделями, що газифікуються, відділення фінішних операцій та склад шихтових і формувальних матеріалів).

У відповідності до ГОСТ 12.1.007-76, шкідливі речовини, що виділяються при роботі цеху, а саме тверді суспензії (пил, зола, дим), оксиди вуглецю, азоту, сірки, магнію, оксиди і солі важких металів, можна поділити на чотири класи небезпеки в залежності від ГДК (гранично допустимі концентрації), яка визначається за ГОСТ 12.1.005-88.

Джерелами інфрачервоного випромінювання є індукційні електропечі. В процесі заливання металу, твердіння виливків, транспортування їх на дільницю охолодження, робітники знаходяться в зоні інфрачервоного випромінювання. Згідно ДСН 3.3.6.042 – 99, тепловий потік в робочій зоні не повинен перевищувати  $140 \text{ Вт/м}^2$ . Обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту. Інфрачервоне випромінювання може визвати ряд патологічних змін в організмі людини: кон'юнктивіт, помутніння кришталика, опік сітчатки, порушення в серцево-судинній та нервовій системах.

Вплив ультрафіолетового випромінювання аналогічний інфрачервоному випромінюванню. Вплив ультрафіолетового випромінювання викликає запалення, приводить до електрофтальмії, впливає на органи зору. Також як і при інфрачервоному випромінюванні використовують засоби індивідуального захисту (спеціальний одяг, окуляри, мазі).

При систематичних перегріваннях з'являється збільшене сприйняття щодо простудних захворювань, збільшується втомлюваність.

Плавка сплавів супроводжується виділенням тепла, а також шкідливих газів ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , оксидів магнію, азоту та заліза, парів берилію). Тому у відділенні встановлені пристрої вентиляції.

При впливі електромагнітного поля в крові людини (в електролітах) виникають іонні поля, які прибиваються або віднімаються до основних, що приводить до змін біоелектричних процесів в організмі. Тому електромагнітні поля представляють собою професійну шкідливість.

Згідно ДСН 239-96, граничнодопустимі величини напруженості складових поля на робочих місцях є:

- а) електрична складова – 5 А/м;
- б) магнітна складова – до 20 В/м.

В якості індивідуальних засобів захисту використовують одяг із радіо тканин.

У формувально-заливальному відділенні відбувається заливання форм рідким металом, при контакті металу з моделлю, яка виготовлена з пінополістиролу виділяються шкідливі гази. Тому на ділянці передбачена місцева витяжна вентиляція [3].

Проведені заміри фактичних величин мікроклімату на ДП «Завод» «Електротяжмаш» дозволили проаналізувати ситуацію на підприємстві та надати певних рекомендацій з приводу покращення мікрокліматичних умов на ДП «Завод «Електротяжмаш».

Література:

1. Гунченко О. М. Удосконалення системи управління охороною праці на машинобудівних підприємствах: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01 / ВНУ ім. В.Даля. - Луганськ, 2007. - 20 с.

2. Евтушенко А. Т., Булыгин, Околович Г. А. Технология производства и свойства металлов Алтайский гос. тех университет.- Барнаул: Изд-воАлг ГТУ, 1998.- 259 с.

3. Ефанов, П. Д. Техника безопасности и производственная санитария в черной металлургии : справочник / П. Д. Ефанов, Н. Н. Карнаух. – М. : Металлургия, 1980. – 406 с. : ил.

*Кравцов М. М., доцент каф. МБЖД*

*Бойченко К. О., Колеснік Е. В., студенти гр. Е-22-21, ЕП-21-21*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ ТРАВМАТИЗМУ НА ВИРОБНИЦТВІ**

*Травматизм на виробництві* – це явище, що характеризується сукупністю виробничих травм та нещасних випадків, які трапилися на виробництві, через порушення вимог охорони праці.

*Травмування можливо внаслідок дій:*

- хімічних чинників, наприклад, отрутохімікатів, у вигляді отруень або опіків;
- електричного струму - опіки, електричні удари та ін.;
- високої або низької температури (опіки або обмороження);
- поєднання різних факторів.

*Розрізняють декілька причин виробничого травматизму:*

1. *Технічні причини:* несправність виробничого устаткування, механізмів, інструменту; недосконалість технологічних процесів; конструктивні недоліки устаткування, недосконалість або відсутність захисних загороджень, запобіжних пристроїв, засобів сигналізації та блокування.

2. *Санітарно-гігієнічні причини,* до яких відносяться: перевищення (відносно) запиленості та загазованості повітря робочої зони; відсутність або недостатнє природне освітлення, підвищену пульсацію світлового потоку; підвищений рівень шуму та вібрації, інфразвукових та ультразвукових коливань на робочому місці.

3. *Організаційні причини:* відсутність або неякісне проведення навчання з питань охорони праці; відсутність контролю; порушення вимог інструкцій, правил, норм, стандартів; невиконання заходів щодо охорони праці;

порушення технологічних регламентів, правил експлуатації устаткування, транспортних засобів, інструменту.

4. До психофізіологічних причин належать, зокрема, такі: алкогольне, наркотичне, токсикологічне отруєння; алкогольне, наркотичне, токсикологічне сп'яніння; низька нервово-психічна стійкість; незадовільні фізичні дані або стан здоров'я; незадовільний психологічний клімат у колективі; травмування (смерть) внаслідок протиправних дій інших осіб; особиста необережність потерпілого.

Промисловий (виробничий) травматизм пов'язаний з характером виробництва, знаряддями праці і організацією методів її охорони. Ушкодження можуть бути заподіяні інструментами, машинами, оброблювальним матеріалом (металом, породою, що обвалилася, вугіллям, камінням і т. ін.), транспортом тощо. Кожна галузь промисловості характеризується порівняно однотипним видом травм. У гірничій промисловості внаслідок обвалів часто ушкоджуються кістки скелету, хребет, і відбувається здавлення м'яких тканин. На металургійних заводах можливі опіки розплавленим і розжареним металом. На залізообробних заводах трапляються травми очей дрібними скалками металу. Розрізняють професійні травми, що є наслідком сукупності певних умов і чинників, пов'язаних з трудовим процесом.

*Список професійних захворювань ділиться на сім основних груп:*

1. Захворювання, що зумовлені гострим впливом хімічних факторів. До цього пункту належать хронічні отруєння та їх наслідки, самостійні чи в поєднанні з іншими ураженнями: анемією, нефропатією, гепатитом, ураженням очей, кісток, нервової системи, органів дихання токсичного характеру. Сюди ж відносять хвороби шкіри, металеву лихоманку тощо.

2. Захворювання, що виникли через вплив промислових аерозолів. Це різні пневмоконіози, професійні бронхіти, бісиноз, емфізема легенів, дистрофічні зміни верхніх дихальних шляхів.

3. Хвороби, що виникли в результаті впливу фізичних факторів. Очолює цей список променева хвороба і променеві ураження в гострих і хронічних стадіях, розлади вегетосудинної системи, ангіоневроз. Сюди ж належать електроофтальмія, вібраційна хвороба, нейросенсорна приглухуватість, катаракта, кесонна хвороба, перегріву, механічні епідермози, опіки і поразки лазерним випро-мінюванням.

4. Захворювання, що виникли в результаті фізичних перевантажень та окремих перенапружень систем і органів тіла. У цьому списку — координаторні неврози, полі- і мононевропатії, радикулопатії шийно-плечової та попереково-крижової частин, хронічні міофібрози плеча та передпліччя, тендовагініти, периартроз, варикозне розширення вен, неврози і багато інших хвороб, у тому числі деякі розлади статевої сфери.

5. Хвороби, зумовлені впливом біологічних факторів. Це — інфекційні та паразитарні хвороби, набуті в процесі професійної діяльності в результаті контакту з хворими, дисбактеріози і кандидози, обумовлені контактом із зараженими речовинами, мікози відкритих ділянок шкіри.

6. Алергічні захворювання: риніти, бронхіти й інші прояви алергії, що виникли в результаті необхідного контакту з речовинами та сполуками, які містять алергени.

7. Новоутворення злякисного характеру (рак). Це пухлини печінки, шкіри, сечового міхура, лейкоз, ракові захворювання шлунка, пухлини рота та органів дихання, кісток, спричинені впливом шкідливих речовин, присутніх на робочому місці.

*Нещасний випадок на виробництві* – це обмежена в часі подія або раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, що сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків, внаслідок яких заподіяно шкоду здоров'ю або настала смерть.

Відповідно до Кодексу законів про працю України та Закону України «Про охорону праці» відповідальність за правильну організацію



розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві покладається на роботодавця.

Постанова Кабінету Міністрів України «Про деякі питання розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві» визначає процедуру проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, що сталися на підприємствах, в установах та організаціях незалежно від форми власності, виду економічної діяльності або в їх філіях, представництвах, інших відокремлених підрозділах чи у фізичних осіб-підприємців, які відповідно до законодавства використовують найману працю, а також тих, що сталися з особами, які забезпечують себе роботою самостійно, за умови добровільної сплати ними внесків на державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання.

Таким чином, важливе значення серед факторів, які зумовлюють виробничий травматизм, мають попередні нещасні випадки, психофізіологічний стан потерпілих. При цьому несприятливий психофізіологічний стан може бути пов'язаний як з об'єктивними причинами (погана організація праці), так і суб'єктивними, залежними від особливостей особистого стану потерпілих (необережність, поспіх, втома, роздратування, ризик тощо).

Література:

1. [https://bilgorodd.gov.ua/page/sho\\_mogna\\_vvagati\\_virobnichim\\_travmatizmom\\_profesinimi\\_zahvoryuvannyami](https://bilgorodd.gov.ua/page/sho_mogna_vvagati_virobnichim_travmatizmom_profesinimi_zahvoryuvannyami)
2. <http://mankrda.gov.ua/ohorona-praci/virobnichij-travmayattyata-prichini/>
3. [https://studies.in.ua/bjd\\_seminar/1273-travmatizm-ta-profesyn-zahvoryuvannya-na-virobnictv.html](https://studies.in.ua/bjd_seminar/1273-travmatizm-ta-profesyn-zahvoryuvannya-na-virobnictv.html)

4. <https://eba.com.ua/travmatyzm-na-vyrobnytstvi-typovi-pomylky-ta-yak-yih-poperedyty/>
5. <https://mp1.ck.ua/попередження-травматизму/#:~:text=Санітарно-гігієнічні%20причини%2C%20до%20котрих,ультразвукових%20коливань%20на%20робочому%20місці%3B>
6. <https://buklib.net/books/27557/#:~:text=Технічні%20причини%3A%20несправність%20виробничого%20устаткування,пристроїв%2C%20засобів%20сигналізації%20та%20блокування>
7. <https://pro-op.com.ua/article/612-prichini-virobnichogo-travmatizmu>
8. <https://bashtanskaotg.gov.ua/news/neschasni-vipadok-na-virobnitstvi-ta-poryadok-ogo-rozsliduvannya>

*Вамболь С. О., д.т.н, професор  
кафедри безпеки праці та навколишнього середовища  
Національний технічний університет "ХПІ", м. Харків*

*Королех Є. О., магістр  
Національний технічний університет "ХПІ", м. Харків*

*Черепньов І. А., к.т.н., с.н.с., доцент  
кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності  
та управління якістю  
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

## **ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АДАПТОГЕНІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЗАХВОРЮВАНЬ ПРАЦІВНИКІВ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЦТВ**

Наукові дослідження фармацевтичних засобів які стимулюють розумову і фізичну працездатність розпочалися під таємним грифом ще до початку Другої світової війни. Планувалось розробити препарати для підвищення працездатності та витривалості військових під час війни. У подальшому

адаптогени активно використовували спортсмени, як незаборонені речовини для покращення спортивних результатів на міжнародних змаганнях.

Розглядаючи проблему захворювання працівників на небезпечних виробництвах слід відзначати багато чинників, але всі вони загалом групуються в залежності від наступного: умов праці, особливостей технологічних процесів та психофізичного стану працівників. Для перших двох груп характерні шкідливі фактори виробничий шум, локальна або/та загальна вібрація, загазованість та запиленість повітря, незадовільний мікроклімат, тощо працівників в процесі трудової діяльності. Вплив на ці фактори відбувається за рахунок технічних та технологічних засобів, і в цьому напрямку є суттєві позитивні зміни. Внаслідок впливу надмірних навантажень у працівників шкідливих виробництв можуть розвиватися психофізіологічні порушення та нервово-психічні розлади, що потребує застосування комплексу заходів, у тому числі фармакологічного характеру, для зниження негативних наслідків перерахованих вище факторів.

В останні роки дуже багато уваги стали приділяти проблемі психофізичного стану працівників. З цього питання проводились дослідження які підтвердили пропорційну залежність захворювання і травматизму працівників від цих факторів, і мова йдеться саме про це, не про ефективність праці [1 - 3]. Основні передумови щодо виникнення захворювань працівників є так би мовити фізичні та психологічні фактори стану працюючого. Стрес діючи на імунну систему людини посилює вразливість до захворювань [4].

На підприємствах видобувної, машинобудівної, металургійної галузей надзвичайно складно повністю виключити вплив шкідливих факторів; можливо лише зменшити їх вплив на працівників, але можна впливати на фізичний стан працівника. Одним з таких напрямів є використання адаптогенів. Дія таких засобів підвищують розумову діяльність, увагу, фізичний та психологічний стан, стресостійкість. На сьогоднішній день адаптогенів рослинного походження активно використовуються у трудової

діяльності операторів складних технічних систем [5-7]. Так наприклад, для окремих військових професій запропоновано методику вибору оптимального виду адаптогену, що забезпечує підвищену працездатність операторів за умови впливу на них несприятливих зовнішніх факторів [7]. В цьому випадку вид адаптогенна вибирається з урахуванням особливостей виконання поставленого завдання. При цьому адаптогени рослинного походження мають менше негативних наслідків фізичних і психологічних навантажень на нервову систему людини [7].

Окремо слід розглядати використання адаптогенів як профілактичний засіб щодо поширених захворювань. Як приклад, вже хрестоматійний експеримент позитивної ефект дії екстракту коренів елеутерококу для профілактики гострих респіраторних захворювань [8]. В таблиці 1 представлена динаміка захворювань на грип працівників заводу та автопідприємства за три роки.

Таблиця 1. Динаміка захворювань на грип працівників

	1-й рік		2-й рік		3-й рік	
	без адаптогену	адаптоген	без адаптогену	адаптоген	без адаптогену	адаптоген
Кількість захворювань на 100 працівників	45	<b>42</b>	45	<b>30</b>	55	<b>33</b>

За аналізом цього дослідження маємо очевидний висновок, що адаптоген має досить сильно профілактичну дію та сприяє укріпленню імунної системи працівника. На жаль ми не маємо даних щодо продуктивності праці під час експерименту, але вочевидь що захворюваність працівників знизилась майже на чверть.

Наданий стислий аналіз щодо до використання адаптогенів говорить про можливу комплексну дію коректно підібраного препарату, а саме - стимулюючу, захищаючу та профілактичну дію. Тобто, існує необхідність проведення досліджень варіантів адаптогенів, саме природного походження,

які комплексно діють на психофізичний стан працівників. Такі дослідження проводяться як порівняння біологічної активності адаптогенів з біоактивністю [9]. Виходячи з цього в останні роки виник перспективний напрям дослідження, а саме вплив адаптогенів на центральну нервову систему та їх захисну дію на стрес активність [10]. Як подальший розвиток цього напрямку - еволюція адаптогенної концепції від традиційного використання до медичних систем: фармакологія захворювань, пов'язаних зі стресом та старінням [11].

Таким чином, використання саме адаптогенів на основі рослинного походження на має знизити рівень захворювань працівників небезпечних виробництв та знизити рівень травматизму і нещасних випадків.

#### Література:

1. Інноваційні розробки університетів і наукових установ МОН України / Колектив авторів за заг. ред. М. Стрихи та М. Ільченка. – К.: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2017. – 278 с.

2. Адаптогены и антигипоксантаы // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. 2003; Т.2 № 3: с. 50–81. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/adaptogeny-i-antigipoksanty/viewer>

3. Адаптогены и родственные группы лекарственных препаратов – 50 лет поисков // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. 2013; Т.11 №4: с. 3–43. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://journals.eco-vector.com/RCF/article/viewFile/790/395>

4. Комарова О. Н., Хавкин А. И. Взаимосвязь стресса, иммунитета и кишечной микробиоты // Педиатрическая фармакология. 2020; 17 (1): 18–24. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42699389>

5. Аналіз і групування дії адаптогенів рослинного походження для сприяння трудової діяльності операторів складних технічних систем [Текст] /

С. М. Чумаченко, В. Ю. Дубницький, І. А. Черепньов, Д. П. Коломієць, М. І. Карпенко // Інженерія природокористування. - 2020. - № 4 (18). - С. 78-94

6. Выбор оптимального состава напитков функционального назначения для применения в экстремальных условиях [Текст] : тезисы / Е. О. Романов, Н. И. Карпенко, И. А. Черепнев, С. М. Чумаченко // Метрологічні аспекти прийняття рішень в умовах роботи на техногенно небезпечних об'єктах : матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет- конф. здобувачів вищ. освіти і молодих учен., м. Харків, 5-6 листоп. 2020 р. - Харків : ХНАДУ, 2020. - С. 45-50

7. Статистический анализ действия адаптогенов на работоспособность экипажей бронетанковой техники при выполнении боевой задачи / В.В. Барбашин, И.А. Толкунов, В.Ю. Дубницкий, Г.В. Фесенко, И.А. Черепнев // Системи озброєння і військова техніка. – 2017. – № 3(51). – С. 95-112.

8. Галанова Л. К. Элеутерококк в профилактике гриппа и рецидивов гипертонической болезни / Л. К. Галанова // Адаптация и адаптогены. - Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1977,-С. 126 – 127.

9. Lian-ying Liao, at. All / A preliminary review of studies on adaptogens: comparison of their bioactivity in TCM with that of ginseng-like herbs used worldwide / Chinese Medicine volume 13, Article number: 57 (2018). doi: 10.1002/med.21743

10. A. Panossian and G. Wikman / Effects of Adaptogens on the Central Nervous System and the Molecular Mechanisms Associated with Their Stress–Protective Activity / Pharmaceuticals (Basel). 2010 Jan; 3(1): 188–224. . doi: 10.3390/ph3010188

11. A. Panossian at. All / Evolution of the adaptogenic concept from traditional use to medical systems: Pharmacology of stress- and aging-related diseases / Med Res Rev. 2021 Jan; 41(1): 630–703.. doi: 10.1002/med.21743

*Вамболь С. О., д.т.н, професор  
кафедри безпеки праці та навколишнього середовища  
Національний технічний університет "ХПІ", м. Харків*

*Черепньов І. А., к.т.н., с.н.с., доцент  
кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності  
та управління якістю  
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*Богомол Д. С., студент  
факультету мехатроніки та інжинірингу  
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

## **АНАЛІЗ СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ НА ВИРОБНИЦТВІ**

Як відомо стан із нещасними випадками на робочому місці та професійними захворюваннями, від яких, за даними Міжнародної Організації Праці (МОП), у світі щорічно гине понад 2,2 млн. осіб, а економічні збитки становлять 4% світового валового внутрішнього продукту, вимагає постійної уваги та вжиття оперативних заходів для зниження цих показників [2]. В роботі [3] зазначено що для розв'язання цієї проблеми необхідно здійснити цілу низку комплексних заходів. Серед цих заходів особливо значущими є роботи з упровадження міжнародних стандартів щодо умов та охорони праці на виробництві. За даними робіт [4,5] на території України структуру професійних захворювань та основні причини їх виникнення можна представити такими цифрами:

- хвороби пилової етіології (40–83 %), захворюванням опорно-рухового апарату (близько 21,2–40,0 %), вібраційні хвороби (3,0–9,0 %), четверте – нейросенсорна приглухуватість (2,6–6,0 %), профпатології хімічного генезу (2,4–3,6 %) [4].

- недосконалість технологічного процесу (33,1% від встановлених профзахворювань), невикористання засобів індивідуального захисту (10,8%) та недосконалість механізмів і робочого інструменту (10%) [5].

З огляду на те, що хвороби етіології найпоширеніші серед професіональних хвороб, а невикористання засобів індивідуального захисту посідають друге місце серед причин їх виникнення, авторами даних тез поставлено завдання: проаналізувати причини ігнорування працівниками засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) в процесі виконання трудової діяльності та визначити пропозиції щодо їх нейтралізації.

Через те, що ця проблема характерна не тільки для України, то авторами проведено аналіз вітчизняних та іноземних джерел [6-9]. У роботі [6] представлені результати літературних джерел протягом близько 60 років. В результаті якого зроблено висновок про те, що необхідно вдосконалювати ЗІЗОД, щоб вони забезпечуючи необхідний ступінь захисту були зручні для використання і не викликали почуття дискомфорту у працівника. У існуючих моделях, за даними американських фахівців, кращими є ті, в яких відсутні фільтруючі елементи, а чисте повітря подається під маску. У роботі [7] відзначається зміна стану верхніх дихальних шляхів після знаходження працівника протягом 1,5 годин в респіраторі N95 і хірургічної масці. Що може викликати бажання зняти ЗІЗОД. У роботі [8] наведено результати дослідження умов роботи працівників цегельного виробництва в Індонезії. Показано, що більше 50% обстежених працювали більше 8 годин на день протягом більше 6 років і не використовували ЗІЗОД, які створювали значні навантаження при диханні. Значна частина з них були активними курцями. В результаті були численні скарги на респіраторні захворювання. І, нарешті в роботі [9] відзначено, що носіння респіраторів пов'язане з цілим рядом фізіологічних і психологічних проблем. Вони можуть заважати виконанню завдань і знижувати ефективність роботи. Ці навантаження можуть навіть бути настільки серйозними, що можуть викликати небезпечні для життя



ситуації стану, якщо їх не усунути. Недоступність обличчя може викликати значну напругу в свідомості користувача, особливо якщо необхідність доступу до особи викликана якоюсь особливою сенситивною потребою. Пил або сухість в очах носіїв контактних лінз, нежить або нестерпний тиск на окремі частини обличчя можуть бути особливо неприємними. Якщо ситуація не дозволяє користувачеві покинути небезпечне середовище, щоб вирішити проблему, то може розвинутися значне занепокоєння. В результаті, працівник може перейти до ігнорування ЗІЗОД. Крім цього, працівники, яким потрібні коригувальні лінзи, так само відчують значні незручності при необхідності роботи в респіраторі, що знову-таки може стати причиною відмови від його використання. На метаболізм організму можуть впливати наркотики і ліки, а також хвороби. Продукти куріння сигарет і кофеїн також впливають на швидкість метаболізму. Це так само може викликати негативну реакцію при роботі в ЗІЗОД. Враховуючи вищесказане, можна зробити висновок про те, що вирішити проблему ігнорування працівниками ЗІЗОД чисто адміністративними заходами неможливо. Одним з можливих варіантів вирішення даного питання, може стати використання методики запропонованої в роботі [10]. Вона полягає у формуванні процесуальної мотивації для подолання додаткового респіраторного опору, яке неминуче виникає при роботі в ЗІЗОД. В результаті істотно підвищується переносимість ЗІЗОД, що має велике значення для збереження здоров'я працюючих в умовах забрудненого виробничого середовища. Крім того, доцільно розробити рецептуру поживної суміші, що містить комплекс вітамінів і адаптогенів, які здатні попереджати виникнення стресової ситуації [11]. Природно, що ці заходи не відміняють насущної потреби проведення робіт по поліпшенню ергономічних і експлуатаційних характеристик ЗІЗОД, а також реалізації заходів по зниженню рівня забруднення робочої зони.

Література:

1. Вамболь С. О., Черепньов І. А., Дубницький В. Ю., Вамболь В. В., Кірієнко М. М. Значення вищої професійної освіти для зниження ризику виробничого травматизму. *Інженерія природокористування*. 2021. № 1 (19). С. 120-132. DOI: [org/10.37700/enm.2021.1\(19\).120 – 132](https://doi.org/10.37700/enm.2021.1(19).120-132).

2. Improving the mathematical model of change in the body state of an employee / Feshchenko, A., Ievlanov, M., Serdiuk, N., Duiunova, T., Kiriienko, M., Cherepnov, I., Pivnenko, L, Dyakonov, V. // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, № 1/10 (103) 2020, - P. 32-42. DOI: [10.15587/1729-4061.2020.195755](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.195755).

3. Нагорна А. М. Професійна захворюваність в Україні в період пандемії covid-19: епідеміологічний аналіз. *Ukrainian Journal of Occupational Health*. 2022. №18 (1). С. 12–21. [doi.org/10.33573/ujoh2022.01.012](https://doi.org/10.33573/ujoh2022.01.012).

4. Запобігання професійним захворюванням - важлива необхідність сьогодення! *Фонд соціального страхування України. Управління виконавчої дирекції Фонду у Полтавській області: веб-сайт. URL: <http://www.fssu.gov.ua/fse/control/pol/uk/publish/article/106167;jsessionid=1D52D1019A59EB07AFDCE4F5E352499A> (дата звернення: 14.10.2022)*.

5. Капцов В. А. Чиркин А. В. Об эффективности средств индивидуальной защиты органов дыхания как средства профилактики заболеваний (обзор). *Токсикологический вестник*. 2018. № 2 (149). С. 2-6.

6. Lee H. Effects of Long-Duration Wearing of N95 Respirator and Surgical Facemask: A Pilot Study. *Journal of Lung, Pulmonary & Respiratory Research*. 2014. Vol 1, no 4. <https://doi.org/10.15406/jlpr.2014.01.000>

7. Lastri P., Dewata I., Sari M. The relationship between work period and use of personal protective equipment with respiratory disorder complaints in brick craftsman in Sintuk Toboh Gadang District Padang Pariaman Regency 2017. 2019 IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. [doi:10.1088/1755-1315/314/1/012015](https://doi.org/10.1088/1755-1315/314/1/012015).

8. Johnson A.T., Respirator masks protect health but impact performance: A review. *Journal of Biological Engineering*. 2016. Vol. 10. <https://doi:10.1186/s13036-016-0025-4>.

9. Бяловский Ю. Ю., Ракитина И. С. Значение мотивации в переносимости увеличенного сопротивления дыханию. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2019. № 3. С. 72-79.

10. Черепнёв И. А., Фесенко Г. В. Увеличение времени пребывания людей в противогазах в условиях большой физической нагрузки за счет употребления специальной рецептуры питательной смеси. *Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління: зб. матеріалів дев'ятої міжнародної науково-технічної конференції. Баку –Харків – Жиліна ,2019. С. 87.*

*Воробйов О. Г., молодший науковий співробітник*

*Науково-дослідної лабораторії*

*Табуненко В. О., кандидат технічних наук, доцент*

*Харківський національний університет Повітряних Сил*

## **АНАЛІЗ ЕКІПРУВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

Сучасні бойові дії диктують такі вимоги, коли військовослужбовцям на полі бою вже недостатньо тільки автоматичної зброї, або гвинтівки з багнетом, казанка, саперної лопатки і невеликого скарбу в речовому мішку. Сьогодні сучасному військовослужбовцю для того щоб бути успішним на полі бою або виконувати бойові завдання потрібно значно більше.

У сучасних арміях світу вже приступили до реалізації досліджень, спрямованих на модернізацію та реструктуризацію оперативних можливостей військовослужбовців на полі бою. В рамках цих досліджень

з'явився проект під назвою «Future Soldier», який об'єднує в собі напрацювання в області збільшення продуктивності і ефективності окремо взятого військовослужбовця на основі технологічних досягнень XXI століття. Ця концепція передбачає використання військовослужбовцем систем нічного бачення, позиціонування і навігації, поліпшених систем ціленаведення, систем контролю психофізіологічних параметрів бійця, нових динамічних засобів захисту та сучасні засоби виявлення противника, передачі даних та знищення його вогневих точок або техніки.

В даний час комплектами екіпірування типу «Future Soldier» мають армії понад 50 країн світу:

- Німеччина (Infanterist der Zukunft, Soldat im Einsatz);
- США (Air Soldier, TALOS і інші);
- Великобританія (Future Integrated Soldier Technology – FIST);
- Франція (FELIN);
- Італія (Soldato Futuro);
- Японія (Advanced Personal Armament System).

Комплектом «Future Soldier» вже озброєні солдати Нової Зеландії, Йорданії, Пакистану, Казахстану, Греції, Філіппін, Республіки Корея.

Екіпіровки «Future Soldier» в збройних силах різних країн досить різноманітні як за складом комплектів, так і по використанню сучасних систем, але все ж мають схожі елементи: екзоскелет, бронежилет, шолом, нашоломний монітор, комп'ютер, далекомір, прилад нічного бачення, системи зв'язку і навігації. Основні вимоги, що пред'являються до солдата в сучасному бою, – мобільність, швидкість, маневреність і безпеку – вимагають створення екіпіровки військовослужбовця, яка б максимально виконувала всі ці умови і дозволяла бійцеві вести бій на більш якісному рівні.

Оптико-електронний приціл, який використовується спільно зі штатним озброєнням військовослужбовців Збройних сил України (ЗСУ), повинен

включати в себе тепловізор, відеокамеру, оптичну систему, інерційний акселерометр, гіроскоп, лазерний далекомір. Приціл повинен забезпечувати прицілювання в оптичному і інфрачервоному діапазоні. Крім того, приціл повинен передавати в інформаційну систему управління військовим підрозділом дані про дальність до цілі, відеозображення цілі, а також інформацію про становище штатного озброєння військовослужбовця.

Інтерфейс управління оптико-електронним прицілом повинен служити для вибору типу цілі, на яку направлено штатне озброєння військовослужбовців ЗСУ, а також постановки маркера цілі і передачі цих даних в систему управління військовим підрозділом типу єдина система управління тактичної ланки для реалізації концепції бою.

Наприклад, в ході бою військовослужбовець помітив на полі бою бронетехніку противника або його вогневу точку. Потрібно повідомити про це своєму командирі. На сьогоднішній день самий тривіальний спосіб – це показати рукою або деякий час по засобам зв'язку пояснювати своєму командирі, де знаходиться ця ціль. В умовах сучасного бою це занадто довго. Використання сучасних оптико-електронних прицілів штатного озброєння, які поєднані в бойову тактичну мережу, дозволяє формувати картину загальновійськового бою практично миттєво, доводячи необхідну інформацію від військовослужбовця до командира і назад.

Інтерфейс управління оптико-електронним прицілом на штатному озброєнні повинен забезпечувати військовослужбовцю зручну роботу з прицілом шляхом використання певних органів управління. Це вибір режимів роботи, передача необхідної інформації в бойову інформаційну мережу, накладення маркера і селекцію цілі.

Тактичний комп'ютер призначений для забезпечення функціонування інформаційної системи засобів інтелектуалізації військовослужбовця ЗСУ. При створенні мережі з індивідуальних комп'ютерів на комп'ютері командира повинна відображатися необхідна інформація про підлеглих, а

також надходить інформація про противника. Військовослужбовцю для цього необхідно натиснути всього пару кнопок і інформація про його місцезнаходження або розташування противника повинно з'явитися на комп'ютері командира. Командир підрозділу може поєднувати отримані дані цифровою картою місцевості або супутниковим знімком. У якості індивідуального комп'ютера військовослужбовця ЗСУ може бути використаний портативний комп'ютер SMARTPAD DF7A-M, зовнішній вид якого показаний на рис.1. У якості комп'ютера командира може бути використаний планшетний комп'ютер PANTHER DK10-M, зовнішній вид якого показаний на рисунку 2.



Рис. 1 – Зовнішній вид портативного комп'ютера SMARTPAD DF7A-M.



Рис. 2 – Зовнішній вид планшетного комп'ютера PANTHER DK10-M

Таким чином, у тактичній ланці управління може бути сформована інформаційно-керуюча мережа, відома в даний час у сучасних арміях світу як «Тактичний інтернет» (ТІ). Інформаційно-управляюча мережа «ТІ» формується у вигляді двох базових мереж – верхнього і нижнього рівня. ТІ верхнього рівня призначений для забезпечення доступу до АСУ ЗСУ і інформаційної підтримки бойовими діями в ланці «батальйони-рота». Основу мережі верхнього рівня становлять мережеві радіостанції командного зв'язку УКХ-діапазону і комп'ютерні термінали, які оснащені інтернет-контролерами, за допомогою яких вони підключаються до радіомережі та забезпечують передачу даних. ТІ нижнього рівня призначений для

інформаційної підтримки і мережевого об'єднання мобільних платформ і окремих військовослужбовців в ланці управління «відділення-взвод (рота)». Основу мережі нижнього рівня становлять мережеві радіостанції персонального зв'язку УКХ-діапазону і комп'ютерні термінали, які оснащені інтернет-контролерами, за допомогою яких вони підключаються до радіомережі та забезпечують передачу даних.

У цій мережі також може працювати БПЛА, який додається військовому підрозділу для виконання завдань розвідки цілей, оцінки оперативної обстановки. БПЛА передає інформацію зі своїх датчиків та відеокамер на комп'ютер командира, а також може бути використаний у ролі ретранслятора зв'язку між підрозділами у складній місцевості.

Радіоелектронна розвідка (РЕР) є важливою частиною воєнної розвідки і являє собою основний, а в багатьох випадках, єдиний спосіб добування розвідувальної інформації, до 80-90% первинної інформації. РЕР в порівнянні з іншими видами розвідувальної діяльності має низку особливостей:

- діє без безпосереднього контакту з об'єктами розвідки, діє приховано – противник, зазвичай, не в змозі встановити факт ведення розвідки;
- охоплює великі відстані та простір, межі яких визначаються особливостями поширення радіохвиль різних частот;
- може вестись безперервно в різний час року і доби та при будь-якій погоді;
- малоуразлива і в багатьох випадках недосяжна для противника та забезпечує високу достовірність інформації, безпосередньо від противника;
- забезпечує отримання інформації в найкоротші терміни, як правило в реальному масштабі часу.

*Катунін А. М., доцент, к.т.н., с.н.с.*

*Роянов О. М., ст. викл., к.т.н., доцент*

*Національний університет цивільного захисту України*

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИКРИТЕРІАЛЬНИХ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

Головною метою моніторингу надзвичайних ситуацій є виявлення чинників, що виникають на ранній стадії розвитку надзвичайної ситуації для забезпечення достатнього часу щодо проведення евакуації людей, вжиття заходів для локалізації і запобігання подальшого розвитку надзвичайної ситуації та зменшення її наслідків. При моніторингу надзвичайних ситуацій процес функціонування оптико-електронних систем повинний бути спрямований на вирішення наступних задач:

- виявлення районів та масштабів надзвичайних ситуацій;
- класифікація (ідентифікація) надзвичайної ситуації;
- визначення необхідних параметрів надзвичайної ситуації;
- передача даних щодо надзвичайної ситуації у визначений формі.

При цьому можливо визначити наступні напрями удосконалення оптико-електронних систем моніторингу надзвичайних ситуацій:

- розширення переліку функцій оптико-електронних систем моніторингу;
- удосконалення та суміщення схем обробки сигналів в оптико-електронних системах моніторингу;
- удосконалення елементної бази складу оптико-електронних систем моніторингу.

Сьогодні виявлення надзвичайних ситуацій не в повній мірі враховують досягнення сучасних технологій. Слід очікувати, що найбільшу ефективність



отримають мультикритеріальні оптико-електронні системи моніторингу. На цей час не має єдиного чинника, який виникав би на ранній стадії розвитку всіх видів надзвичайних ситуацій, який доцільно було б використовувати для побудови універсальної оптико-електронної системи моніторингу. Це визначається тим фактом, що кожна окрема надзвичайна ситуація характеризується різними факторами на початковому етапі розвитку в залежності від причин виникнення, умов виникнення та розвитку.

Мультикритеріальні також як і мультисенсорні оптико-електронні системи моніторингу надзвичайних ситуацій відносяться до класу систем, які реагують на два або більше фізичних факторів надзвичайних ситуацій [1,2]. Головною їх особливістю і відзнакою від комбінованих оптико-електронних систем моніторингу буде наявність спеціального алгоритму обробки інформації в порівнянні із застосованою найпростішою логікою «АБО». Можливо поділити мультикритеріальні і мультисенсорні оптико-електронні системи моніторингу за вкладом аналізованих чинників в ухвалення рішення про формування сповіщення про надзвичайну ситуацію.

Мультикритеріальна оптико-електронна система повинна оцінювати обстановку на об'єкті та території за основним фактором, який виявляється. При цьому чутливість за основним каналом залежить від зміни інших контрольованих факторів. В свою чергу мультисенсорна оптико-електронна система виявляє надзвичайну ситуацію по декільком видам контрольованих чинників, при цьому система використовує спеціальний алгоритм обробки інформації, яка надходить від сенсорів.

Здійснення класифікації мультикритеріальних оптико-електронних систем моніторингу надзвичайних ситуацій доцільно проводити за способами їх технічної реалізації. Визначимо особливості даної класифікації.

По виду контрольованого параметра (основному каналу виявлення) мультикритеріальні оптико-електронні системи моніторингу можуть бути:

- інфрачервоні

- тепловізійні;
- телевізійні
- лідарні;
- інші.

По конфігурації зони моніторингу:

- лінійні;
- точкові;
- багаточкові;
- об'ємні.

В залежності від алгоритму обробки і побудови системи:

- з основним каналом виявлення;
- без основного каналу виявлення;

За кількістю конструктивно закінчених компонентів, що входять до складу системи:

- одно блокові;
- багато блокові.

Ефективність мультикритеріальної оптико-електронної системи моніторингу надзвичайних ситуацій доцільно оцінювати надійністю, яка характеризується ступенем готовності оптико-електронної системи у визначений момент часу виконати свою основну функцію, яка полягає у виявленні надзвичайної ситуації.

Література:

1. Об эффективности функционирования мультикритериального пожарного извещателя / А.Н. Членов, Т. А. Буцынская, С. Ю. Журавлев, В.А. Николаев // Пожаровзрывобезопасность. – 2016, Т. 25, № 12. – С. 55-60.

2. Chlenov A. N., Fomin V. I., Butsynskaya T. A., Demekhin F. V. New procedures and technical means of fire detection. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2007. 175 p.

*Кравцов М. М., доцент каф. МБЖД*

*Клапоух В. Ю., студентка гр. Е-21-21*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ВПЛИВ ОСВІТЛЕННЯ НА ЗДОРОВ'Я ТА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ЛЮДИНИ**

Серед факторів зовнішнього середовища, що впливають на організм людини в процесі праці, світло займає одне з перших місць. Адже відомо, що майже 90 % всієї інформації про довкілля людина одержує через органи зору. Під час здійснення будь-якої трудової діяльності втомлюваність очей, в основному, залежить від напруженості процесів, що супроводжують зорове сприйняття. До таких процесів відносяться адаптація, акомодация та конвергенція.

Адаптація – пристосування ока до зміни умов освітлення (рівня освітленості). Акомодация – пристосування ока до зрозумілого бачення предметів, що знаходяться від нього на неоднаковій відстані за рахунок зміни кривизни кришталика. Конвергенція – здатність ока при розгляданні близьких предметів займати положення, при якому зорові осі обох очей перетинаються на предметі.

Основним нормативним документом України, що регламентує норми освітленості, є українські будівельні норми та правила - **ДБН В. 2.5- 28 -2006 "Природне та штучне освітлення"**. Норми освітленості обов'язкові для всіх організацій, що здійснюють діяльність у галузі будівництва та монтажу [1].

Яким би не було висвітлення в приміщенні: природним, штучним або змішаним, до нього пред'являється ряд загальних вимог. Достатність освітлення, яка залежить від розміру вікон і міжвіконних прорізів, орієнтації вікон відносно сторін світу, розташування затінюють об'єктів, чистоти та якості стекол, кількості та потужності джерел штучного освітлення.

Рівномірність освітлення залежить від розташування вікон, конфігурації класного приміщення, контрастності між фарбуванням стін, устаткування і навчальних матеріалів, типу арматури світильників (характер абажурів) і їх розташування.

Відсутність тіней на робочому місці залежить від сторони падіння світла (світло, що падає зліва, виключає тіні від друкарської правої руки, верхнє світло практично безтіньовий). Відсутність слепимости (блесткости) залежить від наявності поверхонь з високим коефіцієнтом відображення (поліровані меблі, засклені шафи та ін.) і арматури світильників. Відсутність перегріву приміщення залежить від наявності та сили прямих сонячних променів і типу ламп [2].

Виконання на практиці зазначених вимог щодо природного освітлення в чому запрограмовано будівельними нормами і правилами, тобто вже закладеними в проекті будівлі. Існує ряд показників, які кількісно характеризують рівень природного освітлення.

Основними з цих показників є: світловий коефіцієнт – відношення заскленої площі вікон (площа вікон за вирахуванням віконних плетінь) до площі підлоги. Чим більше площа вікон, тим вище рівень природного освітлення. Однак значне збільшення розмірів вікон, наприклад "стрічкове скління", веде до зниження теплотривкості будівлі в зимовий час і до надмірної інсоляції навесні і восени. Тому норма світлового коефіцієнта середньої смуги дорівнює  $1/4 - 1/5$  (кут падіння світла – той кут, під яким світло падає на робоче місце). Він утворений двома прямими: одна – з робочого місця до верхнього краю вікна, інша – з робочого місця по горизонталі до вікна. Зрозуміло, що таких кутів буде рівно стільки, скільки робочих місць в приміщенні, і чим далі від вікна розташоване робоче місце, тим цей кут менше і тим гірші умови освітлення. Тому кут падіння світла визначається в найбільш віддаленому від вікна робочому місці і норма його – не менше; кут отвору – той кут, під яким видно небо над дахом протилежної

будівлі. Він характеризує вплив затінювання об'єктів на рівень природного освітлення і утворюється наступними прямими: одна – з робочого місця до верхнього краю вікна, інша – з робочого місця до проекції у вікні даху протистоїть будинку. Як і кут падіння світла, кут отвору визначається в найбільш віддаленому від вікна робочому місці і його норма – не менше 5; коефіцієнт заслонення – відношення висоти протилежного будівлі до відстані від нього до будівлі. Цей показник також характеризує вплив затінювання об'єктів на величину природного освітлення приміщення. Його норма – не більше  $1/2$ ; показано, що якщо коефіцієнт заслонення дорівнює  $1/5$ , затеняючого ефекту практично немає.

Слід стежити за чистотою стекол в приміщенні. У великих промислових центрах до кінця навчального року скла забруднені настільки, що затримують від 30 до 50 % сонячних променів. Тому дуже доцільно здійснювати миття вікон не тільки перед початком навчального року і навесні, як це найчастіше практикується, але й під час зимових канікул [3].

Світлопроєми повинні бути вільними. Зниження напруги механізму акомодатії можливо в тому випадку, якщо студент може час від часу подивитися у вікно, сфокусувати погляд у нескінченності. Рекомендується мати на вікнах аудиторії два типи штор: напівпрозорі і непрозорі. Перші використовуються в тих випадках, коли потрібно знизити рівень інсоляції та уникнути сліпучої дії прямих сонячних променів, другий – коли використовуються технічні засоби навчання (кіно, телебачення, відео конференція, відео лекція тощо); в звичайному ж стані штори повинні бути розсунуті. Не рекомендується розташовувати на вікнах високі квіти – в тій чи іншій мірі вони загороджують світло, висота квітки разом з горщиком не повинна перевищувати 30 см. Виконання зорової роботи за несприятливих умов освітлення зприводить до зниження зорової працездатності. Зорова втома прискорює розвиток загальної втоми в організмі студента чи

працівника і значною мірою відображається на якісних і кількісних виробничих показниках [4].

Найважливішими факторами, що зумовлюють зниження зорової працездатності є: недостатні рівні освітленості, нерівномірність розподілу яскравості на робочому місці та в приміщенні загалом, наявність у полі зору сліпучої яскравості.

**Раціональне освітлення** – це фактор, що значною мірою зумовлює безпеку праці та створює у працівників певний психологічний тонус, попереджує зорову і загальну втому, сприяє високопродуктивній праці. Тому рухомі частини обладнання, передавальні паси, місця руху транспорту тощо повинні мати достатній рівень освітленості. Низький рівень освітленості, засліплююча дія джерел світла, пульсація світлового потоку, відбиті полиски від полірованих блискучих предметів, нерівномірне освітлення робочої зони можуть порушити правильне сприйняття навколишніх предметів і призвести до травматизму [5].

Таким чином, для створення оптимальних умов зорової роботи слід кількість та якість освітлення пов'язувати з кольоровим оточенням. Так, якщо інтер'єр зафарбований у темні кольори, то для створення гарної освітленості необхідно використовувати більш потужні джерела світла, оскільки темні поверхні поглинають значну частину світлового потоку та створюють контрастні світлотіні, що втомлюють очі.

Причиною втомлюваності може служити також надмірна блискучість поверхонь оточуючих конструкцій. Блискучі поверхні створюють світлові блики, які викликають тимчасове осліплення. Нерівномірність освітлення та різна блискучість оточуючих предметів приводить до частой переадаптації очей під час роботи та внаслідок цього – до швидких стомлення органів зору [6].

Література:

1. ДБН В. 2.5- 28 -2006 "Природне та штучне освітлення". ДБН В.2.5-28:2018. Природне та штучне освітлення. С. 180
2. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. - Основи охорони праці. - К., «Каравела», 2004.
3. Джигирей В. С., Жидецький В. Ц. - Безпека життєдіяльності. Видання четверте, доповнене. - Львів, «Афіша», 2001.
4. <https://studentbooks.com.ua/content/view/1334/76/1/3/>
5. Каталог кліматичного обладнання [Електронний ресурс]: насоси циркуляційні «Grundfos». – Режим доступу до ресурсу: <http://www.evronasos.ru/gr-ups-32-55-180>.
6. Степанов М. В., Росковшенко Ю. К., Зінич П. Л. та ін. Теплогазопостачання і вентиляція: Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2004. – 204 с.

*Косенко А. О.*

*Студентка 4-го курсу ХНАДУ*

## **ЗАПОБІГАННЯ ВИНИКНЕННЮ ТРАНСПОРТНИХ РИЗИКІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ**

У системі управління транспортними ризиками перевезення небезпечних вантажів завжди привертає увагу працівників різних сфер господарської діяльності. Адже велика частка настання небажаної події має місце саме при транспортуванні вантажів. А особливо, якщо вантаж є ще і небезпечним, то для його перевезення варто приділити достатньо уваги та зусиль.

Актуальність розглянутої теми демонструють наслідки несприятливих перевезень, що стосуються безпосередньо як перевізників, що завдають їм

матеріальну шкоду, так і оточуючих навколо людей та довкілля. Також вражає кількість ДТП, їх причини та наслідки.

Наприклад, у травні 2020 року в Ужгороді водій вантажного транспортного засобу, який перевозив небезпечний вантаж (пропан-бутан), допустив наїзд на перешкоду, внаслідок чого цистерна вантажівки отримала механічні пошкодження. У ДТП потрапив автомобіль ГАЗ із небезпечним вантажем у Полтаві, водієм якого порушено правила дорожнього руху. Встановлено не оформлені належним чином перевізні документи та відсутність свідоцтва про допуск до перевезення небезпечних вантажів [1].

Основними ризиками у процесі здійснення вантажоперевезень є [1, 2]:

- недотримання правил підготовки та пакування вантажу;
- незадовільні технічні характеристики та несправність транспортного засобу, а також спеціального обладнання вантажного відділення;
- відсутність застосування підприємством правил і стандартів маркування, завантаження, розміщення та кріплення вантажу у вантажному засобі;
- недбалість осіб, відповідальних за перевезення тощо.

Щоб унеможливити майже всі ризики та небажані наслідки вантажоперевізникам необхідно дотримуватися загально визначених правил перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом, що прийняті відповідно до всіх вимог законодавства, нормативних актів тощо.

Тому, насамперед, перевізник небезпечних вантажів зобов'язаний [3].:

1. розробити та погодити з органами Національної поліції маршрути і режими перевезення небезпечних вантажів;
2. забезпечити своєчасний огляд транспортних засобів територіальними органами Міністерства внутрішніх справ України та отримати відповідне свідоцтво про допуск до перевезення небезпечного вантажу;



3. під час перевезення не відхилятися від узгодженого маршруту, додержуватися безпечних умов руху та постійно контролювати стан транспортного засобу і вантажу.

Транспортні засоби повинні відповідати вимогам державних стандартів, безпеки, охорони праці та екологічних норм, а також, у встановлених законодавством випадках, мати відповідне маркування і свідоцтво про допущення до перевезення небезпечних вантажів. Також кожна транспортна одиниця в обов'язковому порядку укомплектовується необхідним обладнанням для безпечного перевезення, до яких можна віднести [4]:

- противідкатні упори;
- попереджувальні знаки;
- захисні рукавички, засоби для захисту очей, жилети оранжевого кольору зі світловідбивними елементами для кожного члена екіпажу;
- переносні ліхтарі.

Для створення безпечних умов перевезень важливим фактором є застосування сучасних навігаційних систем, що дозволяють відстежувати дії перевізників, сприяють підвищенню ефективності роботи транспорту та, що найважливіше, мінімізують виникнення надзвичайних ситуацій. Є доцільним застосування моніторингу вантажів за допомогою спеціальних датчиків, що мають змогу забезпечити їх збереження та запобігти критичних умов транспортування [5].

Ще, для зменшення правопорушень при перевезенні даних видів вантажів, необхідно посилити відповідальність для осіб, що не дотримуються відповідних НПАОП. Наприклад, збільшити розмір штрафів або терміну позбавлення волі у більш тяжких випадках.

Таким чином, дотримуючись чітких та послідовних правил, перевізники небезпечних вантажів по максимуму створюють безпечну атмосферу, що запобігає виникненню транспортних ризиків, а також не створюють загрози для життя та здоров'я оточуючих та навколишнього середовища.

Тому, слід підкреслити важливість та необхідність суворого виконання правил безпеки та відповідних інструкцій, створених компетентними органами. Адже, тільки дотримуючись установлених правил та не діючи самовільно, можна досягти безпечної організації перевезення та збереження безпеки довкілля.

#### Література:

1. Петруньо К. Водій вантажівки з небезпечним вантажем потрапив у ДТП в Ужгороді // Суспільне. Новини, 14 травня 2020.- URL: <http://surl.li/dkudz>.

2. Ткаченко І. О. Ризики вантажоперевезень /«Ризики у транспортних процесах».- URL <https://core.ac.uk/download/pdf/154806543.pdf>.

3. Правила дорожнього перевезення небезпечних вантажів. Наказ МВС № 656 від 04.08.2018.- URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1041-18#Text>.

4. Закон України «Про перевезення небезпечних вантажів» від 6 квітня 2000 р. № 1644-III.- URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1041-18#Text>.

5. Буц, Ю. В., Крайнюк, О. В., Козодой, Д. С., Барбашин, В. В. Оцінка надзвичайних подій під час перевезення небезпечних вантажів у контексті техногенного навантаження регіонів. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, 2018. (3), 27-35.

*Кунденко М. П., д.т.н., професор,  
завідувач кафедри теплотехніки  
та енергоефективних технологій*

*Національний технічний університет "ХПІ", м. Харків*

*Черепньов І. А., к.т.н., с.н.с., доцент*

*кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності  
та управління якістю*

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*Колокольніков В. О., студент факультету енергетики,  
цифрових та комп'ютерних технологій*

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕСТ-ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ БІОМОНІТОРИНГУ КОМПЛЕКСНОГО ХІМІЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ УНАСЛІДОК ТЕХНОГЕННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

Як зазначено в низці робіт, зокрема в [1, 2], якість води у відкритих водоймах України, які є основними джерелами водопостачання населення, на сьогоднішній день не відповідає нормативним вимогам за такими поширеними речовинами, як сполуки важких металів, феноли, сульфати, агрохімікати та іншими хімічно небезпечними речовинами. У разі виникнення аварії або надзвичайної ситуації техногенного походження, ступінь хімічного забруднення, як суші, так і водойм різко зростає. Відтак підвищується актуальність проведення постійного контролю цього процесу із застосуванням як апаратних методів, так і біомоніторингу. Складність проблеми посилюється тим, що зазвичай виникає комбінований осередок забруднення, в якому діють чинники хімічного і фізичного походження, зокрема техногенні електромагнітні поля (ЕМП). У роботі [3] перелічено

основні переваги застосування тест-організмів для біотестування водних екосистем, — простота оцінки ступеня впливу токсикантів на тест-організми різного рівня. Відповідно до критеріїв, вказаних у [3], у якості тест-організмів доцільно використовувати інфузорії, оскільки вони мають короткий цикл розмноження, прості в утриманні та досить чутливі. Тобто, інфузорії являють собою прості рецепторно-ефекторні системи [4]. Для підтвердження ефективності використання інфузорій як тест-систем, нами були запозичені дані експерименту, наведені в роботі [5], а саме зміна чисельності інфузорій після опромінення частотою 42,25 ГГц. Вибір цього діапазону частот підтверджено багаторічними експериментами використання ЕМП у медицині, біології та біотехнологій [6]. За даними роботи [5] нами складено таблицю зміни чисельності інфузорій після опромінення частотою 42,25 ГГц та побудовано моделі цього процесу з використанням методів регресійного аналізу, що мають вигляд:

$$D = a - bT + cT^2 - gT^3 \quad (1)$$

Таблиця 1 – Зміна чисельності інфузорій після опромінення частотою 42,25 ГГц

Тривалість експерименту, доба(T)	Чисельність інфузорій після опромінення (42,25 ГГц)					
	День опромінення					
	0(D0)	5(D5)	8(D8)	10(D10)	12(D12)	Контроль (DK)
0	16	16	16	16	16	16
3	20	18	25	18	18	20
5	50	45	57	50	45	45
8	98	87	99	98	87	87
10	98	69	139	100	101	101
12	58	12	90	103	115	120
14	0	0	0	90	100	110

Коефіцієнти регресії, визначені для цих моделей, наведено в табл. 2. У цій таблиці індекс моделі відповідає позначенням, прийнятим у табл. 1.

Статистичні оцінки якості отриманих регресійних рівнянь наведено в табл. 3. З наведених у цій таблиці даних випливає, що отримані рівняння регресії задовільно описують процес зміни чисельності інфузорій після опромінення частотою 42,25 ГГц. Для регресійних рівнянь виду (1), що описують зміну в часі чисельності інфузорій для різних умов експерименту, можна визначити еластичність

$$E_T(D) = \frac{T(3gT^2 - 2cT + b)}{T(gT^2 - cT + b) - a} \quad (2)$$

і функцію миттєвого росту за співвідношенням:

$$V(T) = \exp\left(\frac{3gT^2 - 2cT + b}{gT^2 - cT + b - a}\right) \quad (3)$$

Значення коефіцієнтів а, b, с, g відповідають значенням, наведеним у табл. 2.

Таблиця 2 – Коефіцієнти рівнянь регресії, що характеризують зміну чисельності інфузорій після опромінення частотою 42,25 ГГц

Регресійні коефіцієнти	Індекс моделі					
	D0	D5	D8	D10	D12	DK
a	16,0546	15,9322	17,3424	13,738	15,2593	15,4491
b	13,3776	14,2112	14,3521	3,4122	5,9613	4,8094
c	5,98457	6,17638	6,3597	2,8688	3,0994	2,8059
g	0,381693	0,418793	0,3855	0,1608	0,1601	0,1409

Аналогічно можна обробити дані щодо відгуку тест-культур на поєднаний вплив небезпечних хімічних речовин та електромагнітних полів.

Таблиця 3 – Статистичні оцінки якості отриманих регресійних рівнянь зміни чисельності інфузорій після опромінення частотою 42,25 ГГц

Показники якості рівнянь регресії	Індекс моделі					
	D0	D5	D8	D10	D12	DK
Величина $R_v$	0,01	0,01	0,05	0,03	0,03	0,04
Скоригований коефіцієнт детермінації (%)	99,8	98,3	90,3	94,9	97,1	98,1

Дані, наведені в роботі [5], свідчать про те, що залежно від концентрації та поєднання різних хімічних забруднювачів, дія НВЧ ЕМП може як посилювати, так і послаблювати токсичний ефект. На підставі вищесказаного можна зробити висновок про те, що: інфузорії доцільно використовувати як тест-організми хімічного та електромагнітного забруднення відкритих водойм. Дія техногенних ЕМІ в низці випадків може посилювати вражаючу дію небезпечних хімічних речовин, а обробка води НВЧ ЕМП дає змогу знижувати токсичність водних розчинів, зокрема тих, що надходять у відкриті водойми.

#### Література:

1. Фесенко Г. В., Дьяконов В. И., Черепнёв И. А. Прогностический расчет распространения зон высокозагрязненных вод с учетом глубины реки и шероховатости ее русла. *Коммунальное хозяйство міст. Серія: Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика*. 2015. Вип. 120 (1). С. 14-16.

2. Залізник Я. Аналіз динаміки основних показників геосистеми річки південний Буг. *The Scientific Heritage*. 2021. № 70. С. 10-18. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-70-1-10-18 (дата звернення: 11.10.2022).

3. Машукова О. В., Скуратовская Е. Н. Использование тест-организмов в оценке уровней загрязнения морских акваторий. *Системы контроля*

*окружающей среды*. 2019. № 4 (38). С. 135-144. DOI: 10.33075/2220-5861-2019-4-135-144 (дата звернення: 11.10.2022).

4. Итоги и перспективы исследования идентификации взаимодействия микроорганизмов рубца жвачных животных / К. П. Логачев и др. *Вестник мясного скотоводства*. 2013. № 1 (79). С. 93-99.

5. Гапочка М. Г. Экологические аспекты взаимодействия электромагнитных полей миллиметрового диапазона с биологическими объектами: автореф. дис. на соискание учен. степени д.б.н.: 03.02.08. Москва, 2013. 50 с.

6. Использование низкоинтенсивного широкополосного электромагнитного излучения мм-диапазона длин волн в медицине / Е. И. Ефимов и др. *Медицинский обозреватель*. 2002, №2(23), с. 13.

*Кравцов М. М., доцент каф. МБЖД*

*Логвіненко В. І., Сімоненко К. Є., студенти гр. ЕПП-21-21*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **НАСЛІДКИ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЇ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ**

Під впливом вібрації в організмі людини спостерігаються зміни серцевої діяльності, нервової системи, спазми судин, порушення функції суглобів. Тривала дія вібрації викликає професійне захворювання – вібраційну хворобу. Важливе гігієнічне значення має частота вібрації. Частоти порядку 35-250 Гц найбільш характерні при роботі з ручними інструментами і сприяють розвитку вібраційної хвороби зі спазмами судин. Частоти нижче 35 Гц викликають зміни в нервово-м'язовій системі і суглобах [1].

Найбільш небезпечними є резонансові вібрації, які співпадають з власною частотою коливань людського тіла або окремих органів (3-6 Гц). При співпаданні власної і зовнішньої частот амплітуда коливань внутрішніх органів зростає. Між ними виникає тертя, яке призводить до порушення їх

нормальної роботи. Область резонансу для голови в ортостатичному положенні при вертикальній вібрації знаходиться в зоні між 20-30 Гц, при горизонтальній - 1,5-2 Гц. Розлад функції зорового аналізатора спостерігається при частотному діапазоні вібрації в межах 60-90 Гц, що співпадає з резонансом очних яблук. Вібраційна патологія займає друге місце після пневмоконікозів серед професійних захворювань. При дії на організм загальної вібрації у першу чергу порушується функція ЦНС й аналізаторів (зорового, слухового, вестибулярного і шкіряного). Вібрація є специфічним подразником для вестибулярного аналізатора, зокрема, лінійні прискорення – для отолітового апарата, а кутові прискорення – для напівкруглих каналів. Під впливом загальної вібрації спостерігається зниження больової, тактильної і теплової чутливості, порушення обміну речовин й енергії. У водіїв машин під впливом низькочастотної вібрації розвиваються паталогічні зміни у попереково-крижовому відділі хребта, розлади вегетативних функцій, порушень апетиту і сну. Чималої шкоди здоров'ю працівників в умовах сучасного виробництва завдає локальна вібрація. Вона викликає у людей спазм судин рук, блідість пальців і долонь, зниження тактильної чутливості, відкладання солей у суглобах пальців, деформацію і зменшення рухливості суглобів. Охолодження і зволоження рук значно підвищує ризик розвитку вібраційної хвороби [2].

Гранично-допустимі рівні (ГДР) вібрації нормуються ДСН 3.3.6.039-99 (Державні санітарні норми загальної та локальної вібрації). Загальна вібрація впливає на людину через ноги та інші опорні поверхні тіла, локальна вібрація діє через руки при контакті з ручним механізованим інструментом, органами керування машинами та ін. Як правило, нормування вібрації визначається по еквівалентному рівню віброшвидкості (з урахуванням термінів дії вібрації різної інтенсивності протягом зміни) в децибеллах (дБ).

Загальна вібрація поділяється на транспортну (впливає на людину, яка перебуває в транспортних засобах), транспортно-технологічну (впливає на



людину, яка перебуває в машинах з обмеженою рухливістю) та технологічну вібрацію (вібрація біля стаціонарних машин та на інших робочих місцях, де немає джерел вібрації).

**ГДР різних видів вібрації є такими:** транспортної вібрації - 116 та 107 дБ; транспортно-технологічної вібрації - 101 дБ, - технологічної вібрації типу «а» (біля стаціонарних машин) - 92 дБ, типу «б» (побутові приміщення, їдальні, чергові приміщення, склади) - 84 дБ, типу «в» (заводоуправління, лабораторії, навчальні ункти) - 75 дБ; - локальної вібрації – 112 дБ [3].

**Жінки до роботи, пов'язаної із впливом вібрації, що перевищує ГДР на 3 дБ, не допускаються.** Працівники, на робочих місцях яких рівні вібрації становлять 80% гранично-допустимого рівня (крім технологічної вібрації типів «б» та «в»)) повинні проходити попередні та періодичні медичні огляди згідно з вимогами наказу МОЗ України від 20.05.2007 № 246.

Засоби захисту від вібрації поділяються на колективні та індивідуальні. Переважними є засоби колективного захисту. Віброзахист здійснюється такими основними методами: - зниженням віброактивності джерела вібрації; -застосуванням вібродеформуючих (вібропоглинаючих) покриттів, що призводить до зниження інтенсивності просторової вібрації конструкції за рахунок розсіювання енергії механічних коливань; - віброізоляція - це метод віброзахисту, що полягає в ослабленні зв'язку між джерелом та об'єктом шляхом розміщення між ними віброізолюючого пристрою (віброізолятора). При цьому зменшуються динамічні впливи на об'єкт, що віброізолюється, але виникають деякі небажані явища, пов'язані зі збільшенням статичних зсувів об'єкта щодо джерела і зростанням амплітуд відносних коливань при низькочастотних впливах і ударах. Тому застосування віброізоляції пов'язано, як правило, з пошуком компромісних рішень, задовольняють сукупності вимог. Розрізняють віброізоляцію при силовому та кінематичному збудженні [4].

Динамічне гасіння вібрації, при якому до об'єкта, що захищається, приєднується додаткова механічна система, що змінює характер його коливань. Засоби реалізації цього методу: - динамічні віброгасники та фундаменти (підстави); - активне гасіння вібрації, коли використовується для віброзахисту додаткове джерело вібрації, яке порівняно з основним джерелом генерує коливання тієї ж амплітуди, але протилежної фази [5].

До засобів індивідуального захисту належать віброзахисні підставки, сидіння, ручки, також є віброзахисний одяг, наприклад, рукавиці та взуття. Рівень впливу вібрації на багатьох роботах можна зменшити за допомогою належного робочого та виробничого плану. Якщо перепланування завдання неможливо, слід спробувати пряме втручання шляхом зменшення вібрації інструменту [6].

Щодо виробничих ліній на виробництві: вони повинні бути сконструйовані таким чином, щоб мінімізувати потребу у використанні вібраційних ручних інструментів. Наприклад, контроль якості лиття може бути посилений, щоб зменшити середню необхідну повторну обробку.

Виробникам інструментів слід модифікувати та перепроєктувати інструменти, щоб зменшити вібрацію. Працівникам слід надавати інструменти зі зниженим рівнем вібрації. Покупцям рекомендується вимагати від постачальників надати докази того, що їх обладнання зменшує вібрацію. Потрібні додаткові дослідження, перш ніж можна буде рекомендувати конкретний стандарт для вібраційних ручних інструментів. Тим часом покупцям рекомендується вибирати інструменти, які мінімізують вібрацію. Таку інформацію можна отримати в технічних брошурах виробників [7].

Література:

1. Алексеев С. В., Пивоваров Ю. П., Янушанец О. І. Екологія людини: Підручник. - М.: Ікар, 2002.
2. Белов С. В. БЖД.- М.: Вища школа, 2001.

3. Безпека життєдіяльності / під ред. Я. Бедрія, - Львів вид. «Афіша» 1998 р.;
4. Гігієна і екологія людини: Курс лекцій / За ред. Ю. П. Пивоварова. - М.: ГОУ ВУНКЦ МОЗ РФ, 2001.
5. Зотов Б. І., Курдюмов В. І. БЖД .- М.: Колос, 2004.
6. Ковригін К. Н., Міхеєв А. П. Вплив рівня шуму на продуктивність праці - М.: Гігієна та санітарія, 1
7. Пивоваров Ю. П., Королик В. В., Зіневич Л. С. Гігієни та основи екології людини: Учеб. посібник. - Ростов н / Д: Фенікс, 2002.

*Наконечний О. А., професор кафедри озброєння ППО  
Сухопутних військ, кандидат технічних наук, доцент, ХНУПС  
Щеглаков М. О., курсант  
ХНУПС*

## **ЗАХИСТ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ВІД ТЕРОРИСТИЧНИХ АТАК БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ**

Розвиток сучасних засобів отримання інформації про наявність, координати та параметри руху безпілотних літальних апаратів (БПЛА) надає можливість широкого застосування мультисенсорних систем. Такі системи включають оптичні, теплові, акустичні засоби, а також можуть доповнюватися спеціалізованими радіолокаційними станціями (РЛС). Це підвищує ймовірність виявлення та зменшує кількість помилкових спрацьовувань, що робить мультисенсорні системи надзвичайно важливими в ході протидії БПЛА.

До складу мультисенсорної системи входять: пункт управління охороною об'єкту, РЛС охорони периметру, звукометричний комплекс,

декілька вогневих ракетно-артилерійських засобів із оптико-електронними блоками наведення озброєння.

Принцип взаємодії засобів мультисенсорної системи виявлення та визначення координат і параметрів руху БПЛА полягає в наступному: на віддалених підступах до об'єктів критичної інфраструктури задачу виявлення та визначення координат БПЛА вирішує РЛС охорони периметру, інформація з якої поступає на пункт управління охороною об'єкту де проводиться їх аналіз і співставлення із даними, які надходять від звукометричного комплексу. За результатами сумісної обробки інформації проводиться ідентифікація типу цілі, визначення її координат (параметрів) та здійснюється підготовка і передача цілевказівок на відповідний засіб вогневого ураження БПЛА. Кожний засіб вогневого ураження БПЛА має у своєму складі оптико-електронний блок із видимим та інфрачервоним каналами спостереження, які забезпечують відеопослідовністю для отримання точних координат (параметрів) БПЛА та проводять оцінку його положення в зоні дії відповідних засобів ураження. Безпосередньо перед застосуванням засобів ураження розраховуються відповідні кути випередження та передаються на відпрацювання приводами наведення засобу ураження.

Література:

1. Рудик А. В. Багатофункціональні сенсори для мобільної робототехніки / А. В. Рудик // Вісник інженерної академії України : зб. наук. праць. - Київ : ІАУ, 2016. - № 1. - С. 33-39.

2. Микитенко В. І. Наземний роботизований комплекс з пасивним вимірюванням дальності / В. І. Микитенко, В. М. Сенаторов, А. В. Гурнович // Вісник КПІ. Серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. - Київ : Вип. 62(2), 2021. - С. 11-16.

*Кравцов М. М., доцент каф. МБЖД*

*Негаєва Г. В., Шагун Є. М., студенти гр. ЕА-21-21*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ПРЯМИХ ТА ПОБІЧНИХ ЗБИТКІВ ВІД ПОЖЕЖІ**

Забезпечення пожежної безпеки одна із найважливіших функцій підприємства. Стан виробничого об'єкта, у якому ризик займання мінімальний, називається «пожежною безпекою підприємства». Пожежна безпека є невід'ємною складовою охорони праці будь-якого підприємства. Вона забезпечується за допомогою проведення організаційних, профілактичних, технічних та інших необхідних заходів, спрямованих на запобігання пожежі і створення зручних умов для швидкого гасіння вогню, а також задля зменшення матеріальних втрат та, найважливіше - підтримка захищеності співробітників.

Протипожежна безпека компаній та фірм в Україні є частиною організації робочих місць і процесів з відповідністю дотримання норм нормативно-правових актів з охорони праці. Дані правила, положення та норми встановлюються та регулюються Правилами пожежної безпеки України, і затверджуються Міністерством внутрішніх справ з адаптацією до перебігу часу та підкріплюються відповідними наказами.[1]

Варто зазначити, що у разі пожежі на виробничому об'єкті може бути завдано не лише суттєвої економічної та соціальної шкоди організації, а й екологічної шкоди суспільству.

Для виконання мети - більш швидкого дотримання необхідного рівня захисту життя та здоров'я від пожежної небезпеки та її наслідків, робітників існує пожежна охорона. Головними завданнями якої є:

1) забезпечення постійної пожежної безпеки робітників, підтримання та перевірка відповідності її належного рівня на всіх об'єктах підприємства;

2) контролювання дотримання всіх необхідних протипожежних вимог;

3) запобігання появи пожеж і нещасних випадків в наслідок пожежі;

4) гасіння пожеж, проведення рятувальних операцій і евакуації працівників, а також надання медичної допомоги постраждалим, виконання допоміжних дій для ліквідації наслідків. [2]

Виконання будь-яких завдань учасниками пожежної охорони, які не зазначені в Законі України «Про пожежну безпеку» забороняються та суворо караються за відповідністю до законодавства.

Існує чотири різновиди пожежної охорони:

1) Державна пожежна охорона

2) Відомча пожежна охорона

3) Місцева пожежна охорона

4) Добровільна пожежна охорона (ДПО)

Останній вид пожежної охорони може бути створений на підприємстві його власником у декількох випадках. Перший – коли на підприємстві працює мінімум 25 співробітників. Другий – коли підприємство – об'єкт підвищеної небезпеки, в такому випадку добровільна пожежна охорона створюється в обов'язковому порядку і без обліку кількості працівників. Вона організовується з необхідної кількості працівників у пожежно-рятувальну дружину (ДПД), яка забезпечується необхідним обладнанням, засобами зв'язку, пожежною технікою, службовими приміщеннями, спорудами, житловими будинками та іншим необхідним майном, котре є власністю підприємства, усі інші витрати на забезпечення ДПД також фінансуються підприємством. [3]

Права і зобов'язання учасників ДПО та порядок виконання дій, затверджені керівником і викладені в положенні про добровільну пожежну охорону даного підприємства. Рішення попередньо узгоджується з державними органами у галузі цивільного захисту населення. Процедура реалізування дій ДПО формується Кабінетом Міністрів України. [4]

Одним з основних показників оцінки результатів функціонування протипожежного захисту є розмір матеріальних збитків від пожежі. Також він виступає визначальним показником в аналізі економічної доцільності та ефективності капітальних витрат на протипожежний захист.

Порядок та організація ведення обліку пожеж та їх наслідків визначається "Правилами обліку пожеж та їх наслідків" [5]. Ведення обліку пожеж після їх ліквідації, виявлення причин виникнення пожежі на підприємстві, та виконання необхідних дій для їх усунення – є обов'язком міністерств та відомств. Для засвідчення факту пожежі складається документ – акт у двох екземплярах, який підписує комісія, що містить мінімум трьох осіб, в тому числі – власник підприємства, представник Державної служби надзвичайних ситуацій. Після зіставлення акту на підприємстві видається наказ, в якому зазначається склад комісії по проведенню інвентаризації. За підсумками проведеного опису майна складається оцінка прямих та побічних (непрямих) збитків підприємства. [6]

Розмір прямих і непрямих збитків визначається на основі довідок про отримані збитки, складені за даними бухгалтерського обліку, документів власників майна, страхових організацій. За правдивість довідок щодо збитків відповідальні особи, які надали необхідні документи.

Прямі матеріальні збитки при знищенні або пошкодженні основних фондів та іншого майна визначаються виходячи з балансової вартості (собівартості) за вирахуванням зносу за встановленими нормами та вартістю залишків, придатних для використання надалі. Збитки щодо застрахованих основних фондів та іншого майна підприємств, організацій, установ, і

застрахованих будівель визначається за даними органів державного страхування за розрахунковою сумою утрат від пожежі.

До непрямих збитків відносяться:

- витрати, що виникли внаслідок відволікання ресурсів на компенсацію наслідків пожежі;
- витрати, що виникли внаслідок простою об'єкта (виплачена заробітна плата, недоотриманий прибуток, оплата штрафів);
- витрати, пов'язані із загибеллю та травмуванням людей на пожежі;
- державні витрати на забезпечення пожежної безпеки та гасіння пожеж.

Ефективна система протипожежного захисту є невід'ємною частиною інвестиційної стратегії підприємства. З метою захисту від пожеж та їх наслідків – збитків, проводяться розрахунки економічної ефективності протипожежного захисту, при обраному варіанті протипожежного забезпечення. Розмір матеріальних збитків визначається так: економічна ефективність протипожежного захисту проєктованих та експлуатованих об'єктів, на яких за короткий період експлуатації не виникали пожежі, повинна аналізуватись на основі визначення можливого розміру матеріальних збитків від пожеж, як правило, розрахунково-аналітичним методом. Методика такого розрахунку докладно викладається у спеціальних пожежно-технічних дисциплінах [7].

Таким чином - пожежу легше попередити ніж її гасити та розраховувати прямі та непрямі збитки від неї.

Література:

1. Кодекс цивільного захисту України Розділ V. Глава 13. ст. 58 п.2
2. Кодекс цивільного захисту України Розділ V. Глава 13. ст. 59
3. Кодекс цивільного захисту України Розділ V. Глава 13. ст. 63
4. Г. В. Фесенко Конспект лекцій з дисципліни «Основи пожежної безпеки»; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х. : ХНУМГ, 2013. – 62 с



5. Актуальные вопросы экономической науки в XXI веке [Электронный ресурс] : / М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. И. А. Пахомова - ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ – СФЕРА ИНТЕРЕСОВ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

6. Постанова від 26 грудня 2003 р. N 2030 Київ. Про затвердження Порядку обліку пожеж та їх наслідків.

7. Introduction to Fire Safety Management By Andrew Furness Martin Muckett ISBN 9780750680684, 2007,436 Pages

*Пузік Л. М., доктор с.-г. наук, професор,  
кафедра Плодоовочівництва і зберігання*

*Даниленко Ю., магістр  
ДБТУ, м. Харків*

## **ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН М. ХАРКОВА ТА ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Серед джерел забруднення довкілля провідні позиції займають підприємства енергетики, транспорту підприємства агропромислового комплексу. Суттєвими забруднювачами атмосферного повітря є випаровування тваринницьких ферм і птахофабрик, агропромислових комплексів з виробництва м'яса (аміак, сірковуглець та ін.) і молока, консервних заводів та інших підприємств агропромислового комплексу.

За даними Харківського регіонального центра з гідрометеорології спостереження за забрудненням атмосферного повітря міста Харкова проводяться на 10 стаціонарних пунктах спостереження, обладнаних комплектними лабораторіями «ПОСТ-1» та «ПОСТ-2». Спостереження проводяться щоденно, крім святкових днів.

В січні 2022 року відібрано та проаналізовано 3896 проб повітря на 20 забруднюючих інгредієнтів.

Максимальна концентрація перевищувала гранично допустимий норматив в 1,3 рази.

Середньомісячні концентрації не перевищували відповідні середньодобові гранично допустимі концентрації.

Індекс забруднення атмосферного повітря в цілому по місту по всіх інгредієнтах становить — 3,8 (в минулому місяці — 3,74).

За даними спостережень Харківського регіонального центру з гідрометеорології найбільш забрудненим в січні 2022 року виявився район вул. Пащенківська, 4 (ПСЗ № 13) з індексом 3,21; найменш забрудненим район вул. Гв. Широнінців, 44 (ПСЗ № 12) з індексом 1,07.

№ ін	№ МСЗ	Адреса	Індекс забруднення	
			грудень 2021 року	Січень 2022 року
1	№ 9	район вул. 23 Серпня,34	3,33	2,88
2	№ 11	Центральний район, пров. Театральний, 6	2,06	2,09
3	№ 12	607 м/р, вул. Гв. Широнінців, 44	1,34	1,07
4	№ 13	район Іванівки, вул. Пащенківська, 4	3,56	3,21
5	N 16	район Холодної гори, вул. Холодногірська, 4	2,5	2,45
6	№ 17	район Сокольників, перехрестя вул. Дерев'янка та Белгородського шосе	1,9	1,86
7	№18	район пр. Героїв Сталінграду,3	2,81	3,01
8	№19	район Салтівське шосе,120	1,55	1,64
9	№21	район Баварії, вул. Врубеля, 53	1,47	1,33
10	№24	район 15 міської лікарні, вул. Ак.Павлова, 46	1,6	1,57

Аналіз радіаційного забруднення повітря здійснювався на основі даних

спостережень, наданих Харківським обласним центром з гідрометеорології, на 10 пунктах спостереження Харківської області. За даними Харківського обласного центру з гідрометеорології потужність експозиційної дози гамма - випромінювання в січні 2022 року по області становила 11 мкР/год.

Населений пункт	Максимальний разовий рівень/кількість днів	січень 2022 року	грудень 2021 року
м. Золочів	12/10	11	11
м. Харків	15/6	13	13
м. Богодухів	15/2	12	11
м. Коломак	13/1	10	10
м. Великий Бурлук	13/2	11	11
с. Печеніги	13/1	10	10
м. Слобожанське (Комсомольське)	12/7	11	11
м. Куп'янськ	12/1	8	9
м. Красноград	12/2	11	11
м. Лозова	13/3	12	11
м. Ізюм	15/1	10	10

Вміст забруднюючих речовин поверхневих вод р. Сіверський Донець, р. Вовча, р. Оскіл та Орільське водосховище

Назва водного об'єкта	Дата відбору проб	Результати вимірювань, мг/дм <sup>3</sup>					
		Розчинений кисень	БСЖС	Азот амонійний	Азот нітритний	Сульфати	Хлориди
р. Вовча гирло, с. Гатище	05.01.2022	11,3	1,33	0,075	0,028	192	53,0
р. Оскіл Червонооскільське водосховище	11.01.2022	7,86	1,02	0.145	0,031	109	35,8
р.Оскіл, гирло	11.01.2022	12,0	0,40	0.134	0,0011	190	67,3

р. Сів. Донець нижче каналу Дніпро-Донбас	11.01.2022	9,12	1,93	1,109	0,023	101	47,2
Орільське водосховище Канал Дніпро- Донбас, 170 км, с. Орілька, шлюзовий водовипуск	04.01.2022	12,6	4,17	0,252	0,011	233	71,6

*Пузік Л. М., доктор с.-г. наук, професор,  
кафедра Плодоовочівництва і зберігання*

*Сокирко К., магістр*

*ДБТУ, м. Харків*

**РИЗИКИ ВПЛИВУ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ПІД ЧАС  
ДЕРЖАВНОГО ПЛАНУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ  
АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ  
ДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ**

Під час проведення стратегічної екологічної оцінки проекту документу державного планування (ДДП) «Детального плану території для визначення можливості реконструкції автомобільної дороги загального користування державного значення М-03 Київ-Харків-Довжанський км 395+064 – км 420+050, на території Валківської міської територіальної громади Богодухівського району Харківської області» визначені основні проблеми для навколишнього середовища та охорони здоров'я населення, надані характеристики даних впливів, проаналізовані їх територіальні аспекти.

В рамках даної роботи визначені ключові екологічні цілі та завдання в сфері охорони довкілля, їх відповідність цілям детального плану та визначені можливості їх врахування при розробленні проектних рішень ДДП. На основі аналізу екологічної ситуації та проектних рішень, прийнятих у проекті

детального плану були визначені ключові актуальні питання, що потребують оцінки (табл.1).

Серед екологічних проблем, що можуть спричиняти негативний вплив на здоров'я населення варто виділити:

1) Забруднення атмосфери: провокує захворювання органів дихання, кровотворення, алергічні реакції, онкологічні захворювання, нервово-психічні розлади, зменшення очікуваної тривалості та якості життя;

2) Забруднення водних ресурсів: погіршення анафелогенної ситуації на території проектування, збільшення кількості хвороб органів кровотворення, шлунково-кишкового тракту, сечовидільної, нервової, ендокринної систем, зниження імунітету, зменшення очікуваної тривалості та якості життя;

3) Забруднення ґрунтів: провокує потрапляння токсичних речовин в організм людини через продукцію городництва та садівництва. Забруднені ґрунти є ідеальним субстратом для появи шкідливих мікроорганізмів, гельмінтів, що сприяє більшому захворюваності людей та тварин;

4) Деградація геологічного середовища: сприяє погіршенню анафелогенної обстановки, умов проживання населення, санітарного стану житлових приміщень, що у підсумку провокує захворювання органів дихання, застуди, ГРВІ та зниження імунітету;

5) Проблема накопичення відходів: відходи є небезпечною основою для розмноження хвороботворних мікроорганізмів, вони забруднюють усі компоненти навколишнього природного середовища. Таким чином, накопичення відходів має загальну шкідливу дію на організм людини, що у підсумку може призвести до розладу будь-якої системи організму людини;

6) Наявність шумового, електромагнітного забруднення: спричиняє нервові розлади, підвищує втомлюваність, знижує імунітет, може бути причиною порушення сну;

7) Деградація біорізноманіття: зменшення кількості зелених рослин сприяє збільшенню забруднення атмосфери, пригнічує психоемоційний стан

людини, може провокувати кількість збільшення хвороб органів дихання. В той же час інвазійні рослини активізують алергічні реакції в організмі людини, збільшення кількості кліщів, гельмінтів провокує серйозні неврологічні хвороби та захворювання шлунково-кишкового тракту.

Таблиця 1 – Ключові потенційні екологічні проблеми і ризики, які стосуються ДДП

Ключові потенційні екологічні проблеми і ризики, які стосуються ДДП	Характеристика ризиків	Заходи, що визначенні ДДП
Можливе забруднення атмосферного повітря	Збільшення автотранспорту на території, що аналізується детальним планом, під час підготовчих та будівельних робіт, під час руху автотранспорту по проїзній частині та по автодорожньому мостовому переходу	Реалізація рішень проекту ДДП, а саме: будівництво додаткових смуг руху, будівництво нового залізобетонного збірно-монолітного мосту; реконструкція автомобільної дороги; будівництва та благоустрою автодорожніх підходів до мосту, призведе до покращення якості дорожнього покриття, що забезпечить зменшення викиди забруднюючих речовин та покращить стан атмосферного повітря на території проектування
Можливе забруднення водних ресурсів (як поверхневих, так і підземних вод)	Очікується тимчасовий вплив на водні ресурси під час підготовчих та будівельних робіт у вигляді відсипання півостровів зі щебеню для розміщення автокрану при монтажі конструкцій мосту. Основною виявленою проблемою з реалізації запланованої	ДДП передбачається будівництво автодорожнього мостового переходу через річку Каленнікова, влаштування зливової каналізації та локальних очисних споруд поверхневого стоку (блок пісковловлювача, маслобензоулавлювача і тонкошарові блоки очищення), що призведе до містобудівної діяльності – є необхідність розташування об'єкту

	містобудівної діяльності – є необхідність розташування об'єкту проектування в долині річки Каленнікова (в межах прибережної захисної смуги 25 м), в зв'язку з чим існує ризик забруднення водного об'єкту.	проектування в долині річки Каленнікова (в межах прибережної захисної смуги 25 м), в зв'язку з чим існує ризик забруднення водного об'єкту зменшення впливу на річку.
Можливе забруднення земельних ресурсів (ґрунтів)	Вплив на ґрунтовий покрив при будівельних роботах, можлива трансформація рельєфу внаслідок планування території. Можливе забруднення, засмічення ґрунтів від неочищених поверхневих (дощових і талих) стічних вод.	З метою недопущення та зниження ризику забруднення земельних ресурсів (ґрунтів) ДДП запланований благоустрій території та влаштування зливової каналізації та локальних очисних споруд поверхневого стоку (блок пісковловлювача, маслобензоулавлювача і тонкошарові блоки очищення).
Недосконала система поводження з відходами	На території, що аналізується детальним планом, можливе утворення будівельних та побутових відходів під час підготовчих та будівельних робіт. Запланована діяльність не призведе до утворення нових джерел відходів промислового та побутового характеру	Для підтримки задовільного санітарного стану території, що розглядається детальним планом, з метою недопущення забруднення і засмічення ґрунтів, забруднення ґрунтових вод ДДП передбачається відведення спеціально обладнаних місць та встановлення контейнерів на асфальтових або бетонних майданчиках, систематичний вивіз відходів з контейнерів та впровадження роздільного збирання твердих побутових відходів
	Усі вище описані ризики є чинниками, що послаблюють здоров'я людини.	Можливий вплив на здоров'я населення.

Для усунення усіх можливих проблем, які можуть спричиняти негативний вплив на здоров'я населення, необхідне впровадження рішень, що передбачені ДДП «Детальним планом території для визначення можливості реконструкції автомобільної дороги загального користування державного значення М-03 Київ-Харків-Довжанський км 395+064 – км 420+050, на території Валківської міської територіальної громади Богодухівського району Харківської області».

В ДДП враховані наявні проблеми території, що аналізується детальним планом, і тому запропонована найбільш екологічно та економічно вигідна його територіально-планувальна організація з урахуванням всіх планувальних обмежень (згідно із Державними будівельними нормами України планування та забудова територій ДБН Б.2.2-12-2019 «Планування та забудова територій» та Державними санітарними правилами планування та забудови населених пунктів ДСП 173-96).

Земельні ділянки та розташовані на них об'єкти, які існували до впровадження в дію ДДП можуть використовуватись без визначення терміну їх приведення у відповідність до містобудівного регламенту, якщо вони не створюють загрози для життя, здоров'я людини, для навколишнього середовища.

Планувальні обмеження, які діють на території, що аналізується ДДП, визначають загальні вимоги до режиму використання земельних ділянок, по яких проходять інженерні та транспортні комунікації, вимоги до експлуатації та проектування інженерних мереж, а також режим використання земельних ділянок, що потрапляють в санітарно-захисні та охоронні зони.

Обмеження за вимогами охорони здоров'я та захисту життя – визначається санітарно-гігієнічними нормами. Обмеження за природоохоронними вимогами – визначається на підставі Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища» та «Про природно-заповідний фонд» та іншими нормативно-правовими документами у сфері



охорони навколишнього природного середовища. Обмеження за інженерно-геологічними умовами – визначається за узагальненими даними детального плану та уточнюються за даними інженерно-геологічних пошукових робіт.

Умови і обмеження забудови земельних ділянок враховуються при розробленні землевпорядної документації відповідної земельної ділянки.

Додатково варто зазначити, що опираючись на актуальні дані, про відсутність існуючих територій та об'єктів природно-заповідного фонду в межах території проектування, а також враховуючи те, що територія, що аналізується детальним планом, знаходяться поза межами територій особливого природоохоронного значення, проектні рішення ДДП не враховують розробки/встановлення/дотримання охоронних зон з огляду на відсутність територій та об'єктів природно-заповідного фонду.

При прийнятті рішень щодо функціонального використання території також враховуються охоронні зони інженерних мереж та споруд (як існуючих, так і проектних). Рішеннями детального плану передбачене упорядкування територій та їх санітарно-захисних зон, направлене на оздоровлення навколишнього середовища та формування раціональної територіально-планувальної структури території.

Висновок. За результатами проведеного аналізу містобудівної ситуації щодо всіх факторів освоєння та забезпечення території, що розглядається, зроблено висновок про її відповідність нормативним вимогам щодо будівництва автодорожніх смуг, будівництва підземного переходу, автодорожнього мостового переходу через річку Каленнікова біля села Каленнікове Різуненківської сільської ради Валківської міської територіальної громади Богодухівського району Харківської області.

*Пузін Л. М., доктор с.-г. наук, професор,  
кафедра Плодоовочівництва і зберігання*

*Таран Д., магістр  
ДБТУ, м. Харків*

## **ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ПИТАНЬ ПІД ЧАС ПЛАНУВАННЯ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ ГРОМАДИ БОГОДУХІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

На сучасному етапі розвитку суспільства все більшого значення у міжнародній, національній і регіональній політиці набуває концепція збалансованого (сталого) розвитку, спрямована на інтеграцію економічної, соціальної та екологічної складових розвитку. Поява цієї концепції пов'язана з необхідністю розв'язання екологічних проблем і врахування екологічних питань в процесах планування та прийняття рішень щодо соціально-економічного розвитку країн, регіонів та населених пунктів. Стратегічна екологічна оцінка стратегій, планів та програм дає можливість зосередитися на всебічному аналізі можливого впливу планованої діяльності на довкілля та використовувати результати цього аналізу для запобігання або пом'якшення екологічних наслідків в процесі стратегічного планування.

Стратегічна екологічна оцінка (далі – СЕО) – це новий інструмент реалізації екологічної політики, який базується на простому принципі: легше запобігти негативним для довкілля наслідкам діяльності на стадії планування, ніж виявити та виправляти їх на стадії впровадження стратегічної ініціативи.

Метою СЕО є забезпечення високого рівня охорони довкілля та сприяння інтеграції екологічних факторів і підготовці планів і програм з метою забезпечення збалансованого (сталого) розвитку.

В Україні створені передумови для імплементації процесу СЕО, пов'язані з розвитком стратегічного планування національної практики застосування екологічної оцінки.

Основними міжнародно-правовими документами щодо проведення СЕО є: Протокол про стратегічну екологічну оцінку до Конвенції про оцінку впливу на навколишнє природне середовище у транскордонному контексті (Конвенція ЕСПО), ратифіковано Верховною Радою України (від 01.07.2015 №562-VIII), та Директива 2001/42/ЄС про оцінку впливу окремих планів і програм на навколишнє природне середовище, імплементація якої передбачена Угодою про асоціацію між Україною та ЄС.

Засади екологічної політики України визначені Законом України «Про основні засади (Стратегії) державної екологічної політики на період до 2030 року» (схвалено Верховною Радою України 28 лютого 2019 року). В цьому законі СЕО згадується в основних інструментах реалізації державної екологічної політики. Тобто стратегічна екологічна оцінка та оцінка впливу на довкілля – дасть змогу запобігти негативному впливу на навколишнє природне середовище та встановити відповідність запланованої чи здійснюваної діяльності нормам і вимогам законодавства про охорону навколишнього природного середовища, раціональне використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки тощо.

СЕО в Україні здійснюється на основі принципів законності та об'єктивності, гласності, участі громадськості, наукової обґрунтованості, збалансованості інтересів, комплексності, запобігання екологічній шкоді, довгострокового прогнозування, достовірності та повноти інформації у проєкті документа, міжнародного екологічного співробітництва.

Стратегічна екологічна оцінка ДДП «Детального плану території для визначення можливості реконструкції автомобільної дороги загального користування державного значення М-03 Київ-Харків-Довжанський км 395+064 – км 420+050, на території Валківської міської територіальної

громади Богодухівського району Харківської області» проводиться з метою забезпечення охорони довкілля, безпеки життєдіяльності населення та охорони його здоров'я.

Відповідно до частини першої статті 3 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля», здійснення оцінки впливу на довкілля є обов'язковим у процесі прийняття рішень про провадження планованої діяльності, визначеної пунктом 13 частини третьої статті третьої. Така планована діяльність підлягає оцінці впливу на довкілля до прийняття рішення про провадження планованої діяльності.

SWOT-аналіз є дієвим інструментом для прийняття стратегічних, коротко- та довгострокових управлінських рішень щодо подальшого удосконалення ДДП з урахуванням регіональних особливостей. Виявлені при проведенні SWOT-аналізу слабкості, можливості і загрози можуть бути використані при прийнятті стратегічних, коротко- та довгострокових управлінських рішень. Результати SWOT-аналізу екологічної ситуації на території, що аналізується ДДП наведено в таблиці 1.

На підставі оцінювання ймовірних наслідків для довкілля (атмосферне повітря, водні та земельні ресурси, ґрунти, кліматичні фактори та рівні шумового, теплого, вібраційного забруднення та здоров'я населення) сукупний вплив від виконання ДДП є несуттєвим та оцінюється, як – екологічно допустимий. Оцінювання проводиться у данному випадку у часовій перспективі та у порівнянні з нульовою альтернативою (можливе не затвердження ДДП). Використовується якісна характеристика у зв'язку з відсутністю у відкритому доступі достатніх масивів даних. Виконання рішень детального плану не буде мати негативного впливу на рівень забруднення довкілля.

Таблиця 1 – SWOT-аналіз екологічної ситуації на території, що аналізується ДДП

Сильні сторони	Слабкі сторони
Наявність транспортної інфраструктури	Значне техногенне навантаження на довкілля (забруднення водних об'єктів та атмосферного повітря, погіршення стану земель), зокрема: забруднення водойм скидами, замулення та засмічення водних об'єктів; незадовільний стан очисних споруд
Покращенню транспортної інфраструктури Богодухівського району	Частково підтоплена територія
Підвищення автомобільної пропускної спроможності завдяки збільшенню проїзних смуг (до 4х шт);	Зношеність дорожнього покриття.
Підвищенню інвестиційної та туристичної привабливості прилеглих територій.	
Можливості	Загрози
Підвищення рівня екологічної безпеки;	Зростання рівня забрудненості атмосферного повітря;
Розвиток транспортної інфраструктури проектною територією;	Тимчасове зростання рівня шумового навантаження внаслідок збільшення джерел шуму;
Надходження додаткових коштів від транзитних автомобільних перевезень та розвитку автомобільного туризму;	Зростання рівня забрудненості водних та земельних ресурсів внаслідок відсутності системи очищення поверхневих стічних вод.
Економія капітальних вкладень в автомобільний транспорт у зв'язку з підвищенням продуктивності роботи автомобілів	
Підвищення рівня екологічної безпеки.	

Також оцінка впливу ДДП «Детального плану території для визначення можливості реконструкції автомобільної дороги загального користування державного значення М-03 Київ-Харків-Довжанський км 395+064 – км 420+050, на території Валківської міської територіальної громади Богодухівського району Харківської області» буда здійснення на природні та соціальні компоненти навколишнього середовища, а саме: Соціальне середовище

До позитивних аспектів реалізації рішень детального плану відноситься – покращення транспортної інфраструктури Богодухівського району, підвищення інвестиційної та туристичної привабливості прилеглих територій, підвищення рівня безпеки. Негативний вплив на навколишнє соціальне середовище виключений, вплив на соціальне середовища оцінюється, як позитивний.

Безпека життєдіяльності населення. Сприятливі умови життєдіяльності людини – стан середовища життєдіяльності, при якому відсутній будь-який шкідливий вплив його факторів на здоров'я людини і є можливості для забезпечення нормальних і відновлення порушених функцій організму.

Проектними рішеннями детального плану пропонується забезпечити безпеку життєдіяльності населення шляхом:

- організація водовідведення поверхневих (дощових і талих) стічних вод із використанням очисних споруд;
- будівництва підземного переходу;
- організація очистки території від твердих побутових відходів, планове вивезення їх на зовнішній полігон твердих побутових відходів.

Клімат. Зміни мікроклімату, що безпосередньо пов'язані з відсутністю активних масштабних впливів запланованої діяльності (значних виділень теплоти, вологи, тощо) не відбудеться. Негативні ендогенні та екзогенні процеси, явища природного та техногенного походження (тектонічні,

сейсмічні, зсувні, селеві, зміни напруженого стану і властивостей масивів порід, деформації земної поверхні) не передбачаються.

Природоохоронні території . Об'єкти та території природно-заповідного фонду та екологічна мережа в межах території, що аналізується ДДП відсутні, відповідно, антропогенного впливу не очікується.

Висновок. Виникнення негативного впливу, який у майбутньому може спричинити погіршення стану навколишнього природного середовища, умов життєдіяльності населення та стану його здоров'я після реалізації рішень ДДП «Детального плану території для визначення можливості реконструкції автомобільної дороги загального користування державного значення М-03 Київ-Харків-Довжанський км 395+064 – км 420+050, на території Валківської міської територіальної громади Богодухівського району Харківської області» не очікується та не прогнозується.

*Мітюк Л. О., доц. каф. ОППЦБ*

*Резніченко Д. С., студ.*

*ННІЕЕ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ*

## **СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ ТА ПРАВОВІ АСПЕКТИ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПІД ЧАС ВІЙНИ**

Війна - це нещастя. Вона вбиває і калічить, руйнує інфраструктуру, культуру та спільноти, посилює проблеми бідності та розвитку, шкодить і калічить життєво важливі екологічні та екологічні ресурси.

За останні 150 років міжнародне право та принципи, пов'язані з війною та збройними конфліктами, розвивалися, щоб спробувати обмежити найстрашніше зло насильства шляхом захисту цивільних осіб, медичної та громадської інфраструктури, а також певною мірою навколишнього

середовища. Але ці засоби захисту є недостатніми: поточні міжнародні обмеження занадто слабкі, не виконуються належним чином, або і те, і інше.

Прісна вода та системи водопостачання є тривожним прикладом. Дані показують тенденцію до зростання конфліктів, пов'язаних з водою, і насильства проти природних або побудованих водних систем, де вода є приводом, зброєю або жертвою конфлікту. Настав час переглянути та зміцнити міжнародне право, яке захищає ресурси та навколишнє середовище – зелену Женевську конвенцію про захист ресурсів, екосистем (включно з кліматом) і критичної цивільної водної та енергетичної інфраструктури. Ми можемо почати з розробки нового проекту екологічних принципів Комісії міжнародного права, які нещодавно були тимчасово прийняті в Організації Об'єднаних Націй, і додавання набору принципів, подібних до тих, які запропоновані для захисту водної інфраструктури Женевським водним центром Женевського університету.

За довгу історію людських конфліктів розвинувся набір етичних стандартів і правових обмежень, щоб спробувати обмежити або заборонити певні дії, поведінку та зброю, а також захистити населення та активи від знищення. Теоретично ці правила та кодекси поведінки, які називаються *jus in bello* («закон під час ведення війни») або «міжнародне гуманітарне право», допомагають захистити цивільне населення, військовополонених, медичний персонал і установи, а також не-військового майна та інфраструктури, включаючи навколишнє середовище. Однак на практиці ці закони значною мірою не спромоглися запобігти атакам на базову цивільну інфраструктуру та природне середовище, і, здається, вони не накладають відповідальність на уряди таким чином, щоб обмежити військові операції. Велика кількість доказів свідчить про зростаючий вплив збройних конфліктів на цивільне населення, побудовану інфраструктуру та природне середовище, особливо воду. Подібним чином такі загрози, як зміна клімату, посилюють ризики невдачі в сільському господарстві, затоплення узбережжя, переміщення



населення, економічні зриви та політичні невдачі, що сприяє насильницьким суперечкам.

Існують три основні проблеми: чинні міжнародні закони війни неналежним чином захищають природні ресурси та довкілля в контексті війни або локальних конфліктів. Військові та озброєні групи непослідовно ідентифікують і розрізняють законні та незаконні цілі, а неоднозначне формулювання чинних законів і угод створює лазівки для військових. А дотримання законів війни і покарання порушників цих законів – рідкість і суб'єктивність. Проте зневага та заборона на навмисне націлювання на цивільну інфраструктуру ґрунтується на звичаях, релігійних правилах і етичних кодексах поведінки, які сягають тисячоліть у минуле, починаючи з ранніх санскритських, єврейських, християнських, ісламських та інших культур. У 1439 році Карл VII Орлеанський запровадив закон про притягнення офіцерів до відповідальності за «зловживання, біди та правопорушення», вчинені людьми, якими вони командували. Кодекс Лібера 1863 року, оприлюднений президентом Лінкольном під час Громадянської війни в США, надавав вказівки для армій Союзу в польових умовах, зокрема вказуючи: «Військова необхідність... не допускає ні використання отрути, ні безглузде спустошення району». Після Другої світової війни було докладено зусиль, щоб розробити ще сильніший правовий захист цивільних осіб та інфраструктури. Стаття 53 Четвертої Женевської конвенції 1949 року забороняє навмисне чи невибіркове знищення власності, що належить окремим особам або «державі, або іншим органам державної влади», а стаття 147 забороняє «значне знищення та привласнення власності, не виправдане військовою необхідністю та здійснене незаконно та безпідставно». Ще більш чіткий захист цивільного населення та навколишнього середовища було розроблено з Протоколами 1977 року до Женевської конвенції, включаючи Протокол I, який обмежує військові дії, які спричиняють «надлишкові ушкодження або непотрібні страждання» або «широко поширену,

довготривалу та серйозну шкоду природному середовищу) , забороняє невідбиркові напади на цивільних осіб та цивільну інфраструктуру, а також захищає цивільну інфраструктуру, яка має вирішальне значення для виживання цивільного населення. Протоколи 1977 року також забороняють військові дії, коли «побічний збиток» цивільним об'єктам і некомбатантам є надмірним у порівнянні з військовими досягненнями. Інші міжнародні декларації, закони та угоди чітко захищають навколишнє середовище та природні ресурси від війни та конфліктів. Конвенція 1976 року про заборону військового чи будь-якого іншого ворожого використання методів зміни навколишнього середовища включає спеціальний захист «гідросфери» та заборону «впливу на погоду» з наміром завдати шкоди чи знищити. Всесвітня хартія природи та подібні формулювання Стокгольмської декларації та Декларації Ріо-де-Жанейро стверджують, що держави повинні «забезпечити, щоб діяльність у межах їхньої юрисдикції чи контролю не завдавала шкоди природним системам, розташованим на території інших держав», і «природа має бути захищена від деградації, спричиненої війною чи іншою ворожою діяльністю». Але залишається відкритим питання: чи ці засоби захисту є доречними , чи достатніми для подолання загрози кліматичних змін, спричинених людиною, і пов'язаних із цим загроз ресурсам?

Залишається з'ясувати, чи будуть якісь нещодавно розроблені або чітко сформульовані принципи ефективніші для захисту природних ресурсів і навколишнього середовища, ніж попередні 150 років зусиль щодо розробки ефективних міжнародних гуманітарних прав війни. Всеосяжні принципи мають бути загально визнаними, викладати військовим командирам та їхнім політичним колегам і, особливо, активно запроваджувати міжнародне співтовариство – із покараннями за порушення, призначеними самими державами або системою міжнародних кримінальних судів. Навіть коли порушення здаються очевидними, застосування та покарання порушників

законів трапляються рідко. Сторони Женевської конвенції зобов'язані забезпечити виконання її положень і притягнути до суду осіб, які порушили її положення. але країни не змогли або не захотіли забезпечити виконання відповідних положень. Отже, необхідна нова Женевська конвенція з охорони навколишнього середовища, зосереджена на захисті навколишнього середовища, природних ресурсів і життєво важливої цивільної інфраструктури, яка забезпечує такі основні потреби, як вода, їжа та енергія.

Література:

1. <https://www.downtoearth.org.in/blog/climate-change/protecting-the-environment-in-times-of-war-66854>
2. [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_199#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_199#Text)

*Роянов О. М., ст. викладач, к.т.н., доцент*

*Катунін А. М., доцент, к.т.н., с.н.с.*

*Денисенко В. М., курсант*

*Національний університет цивільного захисту України, м. Харків*

## **ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ПРОЦЕС ПРИМУСОВОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ РЕЗЕРВУАРІВ ЗБЕРІГАННЯ СВІТЛИХ НАФТОПРОДУКТІВ**

Для безпечного проведення ремонтних робіт в резервуарах легкозаймистих (ЛЗР) та горючих рідин (ГР) необхідно забезпечити припустимі безпечні концентрації парів залишків цих рідин. З цією метою проводиться зачистка внутрішнього простору резервуарів згідно вимог нормативних документів [1]. Процес очищення резервуарів є етапним. Одним з таких етапів є примусова вентиляція, яка є багатопараметричним процесом [2-7]. При цьому основною проблемою примусової вентиляції є зменшення часу, необхідного для досягнення пожежовибухобезпечних концентрацій

парів ЛЗР та ГР.

Проведений аналіз стану досліджень та публікацій показав, що забезпечення високого рівня пожежовибухобезпеки перед проведенням ремонтних робіт в резервуарах зберігання світлих стає все актуальнішим не тільки в Україні, але і в світі, та отримує значну увагу щодо досліджень та прийняття відповідних нормативних вимог.

Відомо [2], що інтенсивність випаровування парів залишків світлих нафтопродуктів описується рівнянням:

$$M_{\max} = 0,065 \frac{\rho_B \nu F_u F}{(V)} \tilde{Re}^{0.8} Pr_D \pi_D \mu^{0.5} \theta^2, \quad (1)$$

де  $F_u$  и  $F$  – відповідно площа дзеркала випаровування та огорожуючих конструкцій ємності,  $\rho_B$  та  $\nu$  – відповідно щільність та кінематична в'язкість повітря в резервуарі,  $Pr_D$  – дифузійне число Прандтля, що дорівнює

$$Pr_D = \frac{\nu}{D_t}, \text{ де } D_t \text{ – коефіцієнт дифузії парів рідини, } \pi_D = \frac{P_s}{P_0}$$

число тиску;  $\mu$  – відношення молекулярних мас нафтопродукту та повітря,

$$\theta = \frac{T_\Gamma}{T_p} \text{ – температурний фактор, } T_\Gamma \text{ – температура газового середовища; } T_p$$

– температура рідини;  $\tilde{Re}$  – аналог числа Рейнольдса, дорівнює  $\tilde{Re} = \frac{A}{\nu}$ ,

$$A = 0,25q \left(2\nu f_b^2\right)^{-0,33} (V/F)^{1,33} \text{ – коефіцієнт турбулентного обміну (по}$$

В. М. Ельтерману [2]),  $q$  – витрати припливного повітря,  $V$  – об'єм апарату,

$f_b$  – площа припливного отвору (люку лазу),  $F$  – площа обмежувальних конструкцій в резервуарі.

Провівши аналіз процесу інтенсивності випаровування ЛЗР та ГР згідно формули (1) стає очевидним, що до розрахунку не беруться такі значні чинники як відсотковий склад залишків парів ЛЗР та ГР, а також значення

вологості повітря, яке використовується для процесу примусової вентиляції. Вказані чинники змінюють загальну щільність суміші, яку необхідно видалити з внутрішнього простору резервуару, що в свою чергу може впливати на час видалення такої суміші парів.

Таким чином, питання дослідження впливу вологості повітря потребує подальшого детального розгляду з метою забезпечення пожежної безпеки проведення ремонтних та відновлювальних робіт в резервуарних парках на заданому рівні.

#### Література:

1. Временная инструкция по дегазации резервуаров от паров нефтепродуктов методом принудительной вентиляции [Текст]. – Утв. Госкомнефтепродуктом РСФСР 08.09.1981 г. – Изд. офиц. – М.: Стройиздат, 1982. – 32 с.

2. Волков О. М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами. – М.: Недра, 1984. – 151 с.

3. Пузік С. О. Методика розрахунку процесу примусової вентиляції резервуарів від залишків рідких нафтопродуктів [Текст]/ С. О. Пузік, Б. О. Островський, Д. А. Комар // Вісник Національного авіаційного університету. Вип. 2 (55). – Київ:НАУ, 2013. – С. 109–113.

4. Роянов О. М. Дослідження впливу параметрів примусової вентиляції на пожежовибухонебезпеку резервуарів під час їх виведення на ремонтні та регламентні роботи [Текст] / Роянов О. М., Тесленко О. О. // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ, 2016. – Вып. 40. 210 с. – С. 147 - 152.

5. Роянов О. М. Визначення впливу характеристик резервуарів на інтенсивність випаровування світлих нафтопродуктів під час проведення в них примусової вентиляції [Текст] / Роянов О. М., Гарбуз С. В. // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ, 2018. – Вып. 42. 194 с. – С. 110–114.

6. Роянов О. М. Спосіб оцінки залишків світлих нафтопродуктів під час проведення примусової вентиляції резервуарів [Текст] / В. В. Олійник,

О. М. Роянов // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ, 2018. – Вып. 43. 198 с. – С.129-135.

7. Роянов О. М. Спосіб оцінки та контролю пожежовибухонебезпеки процесу примусової вентиляції резервуарів зберігання світлих нафтопродуктів [Текст] / О. М. Роянов, Гарбуз С. В., Богатов О. І. // Сборник научных трудов «Проблемы пожарной безопасности». – Харьков: НУГЗ Украины, 2019. – Выпуск 46. – С. 155-161.

*Кравцов М. М., доцент каф. МБЖД*

*Савенкова Я. Є., студентка гр. Е-21-21*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ НА ЛЮДИНУ**

Вчені визначили симптоми та фактори ризику «раку мобільних телефонів», як тепер називають це захворювання. Серед них – безсоння, депресивні стани, підвищена збудженість, головний біль, підвищений кров'яний тиск, проблеми порушення ДНК. Згідно рекомендаціям спеціалістів, мобільний телефон повинен використовуватись тільки для термінових викликів, а дітям до 16 років та вагітним жінкам використання мобільних телефонів не бажано.

В 1995 році Всесвітньою Організацією Охорони здоров'я (ВООЗ) було введено термін “глобальне електромагнітне забруднення довкілля”. ВООЗ включила проблему електромагнітного забруднення навколишнього середовища в перелік пріоритетних проблем людства.

У зв'язку зі зростаючою стурбованістю шкідливим впливом електромагнітних полів на здоров'я користувачів, ВООЗ у 1996 році заснувала Міжнародний проект з вивчення впливу електромагнітних полів, з

метою виявлення наслідків такого впливу. Проект був заснований у логічній відповідності з науковими діями, що відносяться до дослідження даної проблеми. У рамках створеного проекту особливий акцент робився на проведення досліджень з визначення згубного впливу радіовипромінювання мобільних телекомунікаційних пристроїв на здоров'я людини. Короткий огляд проекту по вивченню впливу електромагнітних полів, проведений ВООЗ, дає уявлення про те, що на даний момент відомо про вплив радіовипромінювання на здоров'я людини і приводить рекомендації країнам-членам ВООЗ із захисту здоров'я громадян від електромагнітних полів [1].

Вплив електромагнітних полів не є чимось новим для людини. Протягом 20 століття. Однак вплив електромагнітних полів, створених людиною, на навколишнє середовище постійно зростає через зростаючий попит на електроенергію, постійний розвиток технологій і зміни в соціальній поведінці створювали все більше і більше штучних джерел таких

Робоче місце піддається впливу широкого діапазону слабких електричних і магнітних полів, створюваних. Виробництво та передача електроенергії побутовими приладами та промисловими установками, а також виникають телекомунікації та радіомовлення. В людському тілі протікає маленькі електричні струми навіть за відсутності зовнішніх електричних полів, викликаних хімічними реакціями, та відбувається як частина нормальних функцій організму. Наприклад, нерви передають свої сигнали в виді електричних імпульсів. Більшість біохімічних реакцій від травлення до активності мозку, контролюється перестановкою заряджених частин [2].

Незважаючи на багато численні дослідження, докази ефектів залишаються дуже невизначними. Однак впевнено, якщо електромагнітні поля насправді повинні мати канцерогенний ефект, тоді додатково в будь-якому випадку ризик повинен бути малим. Результати, отримані на сьогоднішній

день, мають багато невідповідностей, однак основні додаткові ризики любого типу рака у дітей та дорослих ще не виявлено.

Ряд епідеміологічних досліджень показує, що існує невеликий додатковий ризик. Дитяча лейкемія при наявності впливу магнітних полів низької частоти в житлових умовах є. Однак вчені не прийшли до такого висновку. Покажіть причинно-наслідковий зв'язок між впливом полів і хворобою (на відміну від помилки вимірювань у дослідженнях або ефекти, пов'язані з впливом полів). Висновок був зроблений частково тому, що дослідження на тваринах і лабораторні дослідження не виявили жодного показуючого відтворюваного ефекта, що відповідають гіпотезі про те, що поля викликають або сприяють раку.

Високочастотні електромагнітні поля виникають під час бездротової передачі інформації, як від радіо, телебачення та мобільного зв'язка. Неіонізуюче випромінювання, з довжиною хвилі від 1 км до 1 м (радіохвилі), з довжиною хвилі від 1 м до 1 мм (мікрохвилі), а також інфрачервоне, видиме та ультрафіолетове випромінювання з довжиною хвилі до 100 нм (част. діапазон до 300 ГГц). Що стосується біологічних ефектів неіонізуючого випромінювання від 100 нм і вище, слід розрізняти термічні та атермічні ефекти. При тепловому впливі енергія випромінювання поглинається тілом і перетворюється на тепло. ЕМП створює вихрові струми, які нагрівають електропровідну тканину тіла і перешкоджають проникненню поля (скін-ефект). Так звана глибина проникнення - це значення, при якому поле впало до  $1/e = 37\%$ . На частоті 1 ГГц вона становить від 1,8 см (м'язи) до 18 см (кістки), залежно від типу тканини тіла [3].

Оцінка граничного значення базується на тому факті, що в організмі не може виникнути термічного пошкодження. Поглинена енергія називається значенням SAR (питомий коефіцієнт поглинання) і сильно залежить від частоти. Максимально допустимі граничні значення також сильно залежать від частоти. Особливо страждають органи з низькою теплопровідністю та



поганим кровообігом (наприклад, кришталик ока), а також органи, чутливі до температури.

Межі впливу щільності струму (в  $\text{mA}/\text{m}^2$ ) для змінних у часі полів до 1 Гц для запобігання впливу серцево-судинної системи та центральної нервової системи.

Межі впливу щільності струму для діапазону частот від 1 Гц до 10 МГц для запобігання впливу на функції центральної нервової системи [4].

Обмеження впливу та значення SAR для полів від 100 кГц до 10 ГГц, щоб уникнути теплового стресу всього тіла та надмірного локального нагрівання тканин. Межі впливу як для щільності струму, так і для SAR для полів у діапазоні від 100 кГц до 10 МГц, щоб уникнути надмірного нагрівання тканин на поверхні тіла або поблизу неї.

Наслідки термічного впливу є науково незаперечними та варіюються від підвищеного ризику раку до важких від розвитку у потомства в експериментах на тваринах. Відомі також розлади обміну речовин, функцій залоз, крові/імунної та нервової систем, катаракта, безпліддя аж до внутрішніх опіків і серцевих нападів при надвисокій напруженості поля. Атермічні ефекти — це ефекти, які виникають нижче порога теплового ефекту. Зараз їхнє існування значною мірою науково визнано. Єдина суперечка полягає в тому, чи можуть вони мати наслідки для здоров'я, оскільки власні механізми регуляції та контролю організму можуть протидіяти цьому. Ефекти часто виникають лише у вузьких діапазонах амплітуд і частот. Дослідження, проведене Інститутом соціальної та профілактичної медицини Університету Берна (Швейцарія), показує, що різні скарги, такі як розлади сну, нервозність і відчуття слабкості, у людей, які піддаються постійному впливу короткохвильового передавача 3x150 кВт на відстані менше 2 км. далеко, трапляються значно частіше, ніж у людей з більш віддалених домів.

Необхідно використовувати безпечні міри при використанні мобільними телефонами. Однак, заради безпеки носити мобільний телефон у кишенях не рекомендують. Його не слід класти на тумбочку біля ліжка, тому що весь час відбувається з'єднання з базовою станцією, і навіть коли ви не розмовляєте по телефону, він все одно випромінює електромагнітні хвилі. Не рекомендують носити телефон у нагрудній кишені, тому що остання, як правило, пришта з лівого боку, тобто біля серця» [5].

Також треба пам'ятати, що мобільні телефони перетворюються на небезпечну зброю під час грози. Ще одна «мобільна» загроза: телефон – справжній магніт для шкідливих мікробів та бактерій, які можуть спричинити, зокрема, хвороби шкіри. Насправді, варто знати лише одне правило розумного користувача – «без фанатизму», адже від використання мобільного телефону сьогодні навіть за порадою найавторитетнішого лікаря не можуть одразу відмовитися 3,3 мільярда людей!

#### Література:

1. Бірдус Л. В. Негативний вплив електромагнітного випромінювання на здоров'я та працездатність людини: Матеріали V науково-практичної конференції, 17 грудня 2013 р., Київ / Концептуальні засади формування менеджменту в Україні. – К.: Вид. дім «Персонал», 2013. – С. 34-37.

2. Моторна Ю. Электромагнитное излучение мобильного телефона повышает риск возникновения опухолей головного мозга. 17.05.2013. Режим доступа: <http://politiky.net/content/elektromagnitnoe-izluchenie-mobilnogo-telefona-povyshaet-risk-vozniknoveniya-opukholei-golov>

3. Вплив електромагнітного випромінювання на живі організми [http://doza.net.ua/pages/ua\\_ref\\_emf.htm](http://doza.net.ua/pages/ua_ref_emf.htm)

4. Дія електромагнітних полів та випромінювань на організм людини [www.br.com.ua/referats/Bgd/133713.htm](http://www.br.com.ua/referats/Bgd/133713.htm)

5. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів: ДСанПіН 3.3.6.096-2002 – Офіційний вісник України від 07.09.2009. – 2009 р., № 66.

*Фесенко Г. В., д.т.н., доцент, професор  
кафедри комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»*

*Черепньов І. А., к.т.н., с.н.с., доцент  
кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю  
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*Теплицький М. О., студент,  
факультет енергетики, цифрових та комп'ютерних технологій  
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

## **СТІЙКІ РОЗЛАДИ ЗДОРОВ'Я ОПЕРАТОРІВ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В ПРОЦЕСІ ТРУДОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

Після аварії на атомній електростанції Фукусіма-1 у Японії, яка досягла максимального, 7-го рівня за міжнародною шкалою ядерних подій, залучення безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для проведення моніторингу потенційно небезпечних об'єктів (ПНО) стає все більш розповсюдженою практикою [1]. Дана обставина призвела до постійного збільшення чисельності спеціальних дронів, а також операторів, які ними керують. Тому професія «оператор БПЛА» або за прийнятою в Україні термінологією «оператор наземних засобів керування безпілотним літальним апаратом» [2] стає все більш поширеною і затребуваною, а отже зростає інтерес до вивчення питань умови їх праці та виникнення стійких розладів здоров'я, які можуть перерости в професійні захворювання. Управління БПЛА належить

до категорії розумової праці, яка називається операторською і полягає в інформаційній взаємодії з технікою. Вона характерна значною відповідальністю і великим нервово-емоційним напруженням. За даними роботи [3] у працівників, які виконують аналогічні завдання (авіадиспетчери, телефоністи, телеграфісти) поширені такі небезпечні розлади здоров'я, як: хвороби нервової системи (невротичні розлади) можуть виявлятися в 32%...69% випадків, відхилення в психічному статусі у 62,5% обстежених авіадиспетчерів; захворювання серцево-судинної системи (гіпертонічна хвороба, ішемічна хвороба серця). Природно, що з огляду на дані обставини необхідний ретельний відбір кандидатів для навчання, а в подальшому і для управління БПЛА. Психофізіологічні показники для професійного добору фахівців, які допущені до виконання роботи, пов'язаних з управлінням наземним підземним, повітряним та водним транспортом на території України визначені в відповідному наказі МОЗ [4]: сенсомоторні реакції, реакція на об'єкт, який рухається, увага, швидкість переключення уваги, пам'ять зорова та слухова, емоційна стійкість та почуття, тривоги, стійкість до впливу стресів, орієнтація у просторі, втома, здатність приймати рішення та дії в екстремальних умовах, стійкість до монотонії. Відповідно до [5] існують дві основні категорії людей, що можуть бути відібрані для підготовки відповідних фахівців: військовослужбовці, які мають льотну підготовку (США, Ізраїль, ФРН, РФ та ін.); особи, які належать до так званих «нелютних професій» (Україна та ін.).

На наш погляд, відсутність у людини реальних льотних навичок ускладнює завдання по його навчанню і ефективному використанні в якості оператора БПЛА. Далі ми наведемо результати досліджень проведених фахівцями США з вивчення фактів порушення здоров'я операторів БПЛА. У роботі [6] наводяться дані щодо негативних змін в організмі операторів БПЛА які проявляються постійно, протягом близько 30 днів, а саме: відчуття повторного переживання події (наприклад, повторювані і нав'язливі спогади

про подію, тривожні сни про подію тощо); уникнення дій, які викликають спогади про подію; підвищене збудження (наприклад, труднощі з засипанням або утриманням сну, збільшення спалаху гніву гнів, підвищена пильність, перебільшена реакція переляку).

Таке поєднання симптомів (тяжкість і сталість) протягом місяця призводять, як правило до виникнення дистресу, який в подальшому може трансформуватися в посттравматичний стресовий розлад. Результати даних досліджень, можна поширити і на операторів цивільних БПЛА, які наприклад, проводять моніторинг ПНО, здійснюють контроль пожежної обстановки та інші роботи, які не мають відношення до бойових дій. Зробити подібне припущення дозволили результати опитування операторів військових БПЛА [6], відповідно до якого: бойові операції застосування озброєння не були названі в якості головних факторів стресу жодним з респондентів. Ті негативні фактори організації їх трудової діяльності, які на їхню думку призводять до порушення роботи нервової системи, в повній мірі можуть виникати і у їх цивільних колег [6-8]: низька укомплектованість підрозділів; робота більше 50 годин на тиждень для задоволення оперативних потреб місії; шестиденний робочий тиждень, 12-годинні зміни 4 дні поспіль; невизначена передбачуваність графіка робочої зміни; обмежена обстановка простір на робочому місці; недосконала ергономіка робочого місця і некомфортний температурний режим в приміщення; незручне географічне розташування (наприклад, віддаленість, нерозвинена інфраструктура в сільській місцевості тощо); необхідність зосередження постійної уваги на аудіо-та відеоінформації і напруга при вирішенні множини завдань в обмежений проміжок часу. Такі умови роботи призводять до масових порушень здоров'я у операторів БПЛА. Як зазначено в роботі [8]: з 296 операторів БПЛА, які брали участь в опитуванні, 14-26% мали високий рівень виснаження (тобто ті, хто повідомляли про себе в середньому один або кілька днів на тиждень, відчуваючи себе «вигорілими», «емоційно

виснаженими» на роботі і «виснаженими» наприкінці робочого дня), а у 7-17 % виникало стійке почуття неприязні до своєї роботи. Описаний вище стан організму в ряді випадків спонукає людину до вживання алкоголю або сильнодіючих препаратів седативного призначення, підсилюючи загрозу стійкого розвитку хвороб центральної нервової системи і, як наслідок, підвищуючи ймовірність здійснення помилкових дій, часто з непередбачуваними наслідками. На підставі вищесказаного можна зробити висновок про необхідність проведення комплексних досліджень фахівцями з питань ергономіки та медицини з метою профілактики розладів психічного здоров'я і підтримання психологічно здорових, готових до виконання завдань операторів БПЛА.

#### Література:

1. Фесенко Г. В., Ляшенко Г. А., Черепньов І. А. Використання комбінаторного підходу до оцінки живучості флоту безпілотних літальних апаратів при виконанні ним моніторингу потенційно небезпечних об'єктів. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки*. 2019. Вип. 203. С.152-154.
2. Класифікатор професій ДК 003:2010. *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va327609-10/sp:max50:nav7:font2> (дата звернення 17.10 2022).
3. Аналіз і групування дії адаптогенів рослинного походження для сприяння трудової діяльності операторів складних технічних систем / І. А. Черепньов та ін. *Інженерія природокористування*. 2020. № 4 (18). С. С.78-94. DOI: 10.37700/enm.2020.4(18).78 – 94.
4. Наказ МОЗ України, Держнаглядохоронпраці № 263/121 від 23.09.94 «Про затвердження Переліку робіт, де є потреба у професійному доборі» *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0018-95#Text> (дата звернення 16.10 2022).

5. Мамчур Ю. В. Зворотні задачі динаміки в тренажерному комплексі дистанційно пілотованого літального апарату екологічного спостереження: дис. к.т.н.: 05.07.14 / Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, Київ. – Національний центр управління та випробувань космічних засобів, Київ, 2019. 312 с.

6. Chappelle W., McDonald K., Prince L., Goodman T., Ray-Sannerud B., Thompson W. Symptoms of psychological distress and post-traumatic stress disorder in United States Air Force “drone” operators. *Military Medicine*. 2014. Vol. 179. P. 63–70. DOI: 10.7205/MILMED-D-13-00501.

7. Першин Ю. Ю. Психоемоциональные расстройства операторов БПЛА (по материалам иностранных источников): презентация проблемы. *Вопросы безопасности*. 2017. № 3. С. 17-30. DOI: 10.25136/2409-7543.2017.3.23194.

8. Chappelle W., Goodman T., Reardon L., Thompson W. An analysis of post-traumatic stress symptoms in United States Air Force drone operators. *Journal of Anxiety Disorders*. 2014. Vol. 28, no. 5. P. 480–487. DOI: 10.1016/j.janxdis.2014.05.003.

*Хабоша С. М., старший науковий співробітник*

*Науково-дослідної лабораторії*

*Табуненко В. О., кандидат технічних наук, доцент*

*Харківський національний університет Повітряних Сил*

## **ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ ОБ’ЄКТІВ В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ**

При веденні сучасних бойових дій, з урахуванням наявності у противника високоточних засобів ураження, забезпечення боєздатності озброєння і військової техніки на необхідному рівні залежить від організації, захисту та забезпечення безперервного живлення споживачів військових

об'єктів загальновійськового та спеціального призначення якісною електроенергією. Повітряні та кабельні лінії електропередачі, маючи велику довжину, зазнають пошкоджень у більшій мірі, ніж інше електричне обладнання. Особливо це відноситься до повітряних ліній, які зазнають пошкоджень від ворожих артилерійських ударів, грозових ударів, ожеледиці, сильного вітру, забруднення ізоляторів і т.і. Кабельні лінії, прокладені в землі, можуть пошкоджуватися диверсійно-розвідувальними групами противника, або через погіршені умови охолодження, корозію оболонок кабелю, осідання ґрунту, а також при земляних роботах. Вказані вище, а також інші причини пошкоджень можуть викликати короткі замикання фаз між собою і на землю. Тому для швидкого вимкнення пошкоджених ліній вони повинні бути обладнані релейним захистом, який діє на вимкнення.

Крім того існує ряд проблем, пов'язаних з електрозабезпеченням споживачів військових об'єктів в ході ведення бойових дій, а саме:

- знищення стаціонарних або рухомих електротехнічних засобів терористичними формуваннями, при їх транспортуванні;

- вихід з ладу автономних електротехнічних засобів в ході їх експлуатації, а саме: пошкодження водяної помпи (не витримує навантаження крильчатка помпи), прогорання прокладки головки блоку циліндрів, вихід з ладу паливної системи агрегатів та муфти приводу генератора, несправність термостату – малий прохідний перетин для забезпечення ефективної циркуляції охолоджуючої рідини, деформація та руйнування гумових ущільнень системи охолодження між блоком циліндрів і головкою блоку циліндрів, зниження тиску масла в системі за рахунок зменшення його густини;

- неправильне підключення споживачів електричної енергії і як наслідок вихід з ладу кабельної мережі.

Можливими несправностями можуть бути: переміжна дуга; міжфазне коротке замикання; коротке замикання фаза - нуль; удар блискавки;



механічне пошкодження; сплеск напруги; відмова вимикача; замикання на землю; теплове перевантаження; втрата синхронізації; значне зниження частоти.

Тому несправності, повинні бути розподілені відповідно до їх природи:

- *побіжна*: потрібно дуже короткочасне вимкнення мережі – наприклад, розгойдування дротів під впливом вітру, різні предмети, що переносяться повітрям, мряка яка замерзає, дощ в забрудненій зоні, гілки дерев, близькі до ліній, тощо;

- *постійна*: вимагає втручання людини, для відновлення мережі – наприклад: розрив кабелю або його кріплення, і падіння на землю, впале на лінію дерево або будівельний кран, зловмисні дії, що призводить до загибелі, кібератаки на електромережі з боку груп хакерів-злочинців, тощо.

- *самозгасна*: поступово швидко зникає;

- *напівпостійна*: вимагає довготривалого вимкнення, порядку декількох десятків секунд, щоби поступово зникнути.

Для ефективного і надійного контролю й управління режимами лінії електропередачі військових об'єктів в ході ведення бойових необхідна інформація про кількість і якість електроенергії, про стан різних агрегатів, про виконувані операції комутаційного характеру та інші. Специфічною особливістю сучасних енергосистем і енергокомплексів є віддаленість (на десятки кілометрів) їх основних елементів один від одного і від пунктів, з яких може здійснюватись контроль. У зв'язку з цим виникає необхідність автоматичного контролю й управління як засобу впливу на відстані, що дозволяє скоротити чисельність військовослужбовців з обслуговуючого персоналу, підвищити об'єктивність і надійність контролю. Захисти ліній зв'язку відрізняються великим різноманіттям і визначаються головним чином схемою роботи лінії, напругою мереж і відповідальністю споживачів.

Для захисту ліній з однобічним живленням застосовуються: максимальний струмовий захист, струмова відсічка, струмовий поперечний

диференціальний захист паралельних ліній, направлений поперечний захист паралельних ліній.

Для захисту ліній з двобічним живленням, крім зазначених вище захистів, застосовуються: максимальний направлений захист, направлена відсічка, поздовжній диференціальний захист, дистанційний захист, високочастотний захист.

Принцип дії захисту заснований на дії характерних ознак виникнення коротких замикань, а також більшості інших порушень нормального режиму роботи є різке збільшення струму, який в цих аварійних умовах стає значно більшим ніж струм навантаження.

Першою вимогою, яку повинен задовольняти максимальний струмовий захист, є правильне виявлення моменту виникнення аварії, що досягається установкою певної величини струму спрацьовування. Другою вимогою, яку повинен задовольняти максимальний струмовий захист, є правильний вибір пошкодженої ділянки. Для виконання цієї вимоги, використовується селективність, коли максимальні струмові захисти ділянок електромережі повинні мати різний час спрацьовування, який зростає з наближенням до джерела живлення.

Максимальний струмовий захист є найбільш простим захистом і тому широко застосовується в генераторах, трансформаторах, електродвигунах і лініях електропередач з однобічним, а в ряді випадків і двобічним живленням. Схеми максимального струмового захисту (МСЗ) для захисту мереж з ізольованою нейтраллю наведені на рис. 1-2. Особливістю цих мереж є відсутність однофазних коротких замикань, що дає можливість застосовувати для захисту від міжфазних коротких замикань двофазні схеми максимального струмового захисту. Захист такого типу (рис. 1) використовується в мережах напругою до 35 кВ включно, на вимикачах, обладнаних ручними, важільними і пружинними автоматичними приводами із вбудованими реле.

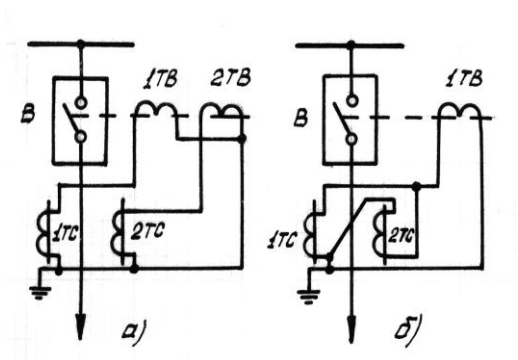


Рис.1 Схеми двофазного максимального струмового захисту з реле прямої дії: а – дворелейна, б – однорелейна.

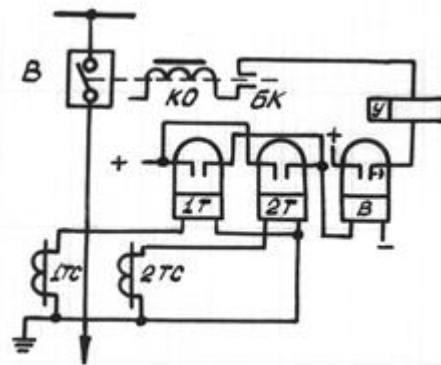


Рис. 2 Схема двофазного МСЗ з незалежною характеристикою часу спрацьовування на постійному оперативному струмі.

Схема (рис. 2) максимального струмового захисту з незалежною характеристикою часу спрацьовування на оперативному постійному струмі. Схема включає в себе два пускові струмові реле миттєвої дії  $1T$ ,  $2T$  типу ЭТ-521 або РТ-40, одне реле часу  $B$  типу ЭВ121 або ЭВ-131 та одне вказівне реле  $U$  типу ЭС-21.

Контакти струмових реле з'єднані паралельно, тому при спрацьовуванні будь-якого з них або одночасно обох подається плюс оперативного струму на обмотку реле часу. До другого кінця обмотки реле часу постійно підведений мінус оперативного струму, тому при спрацьовуванні струмових реле відбувається пуск реле часу. Реле часу, спрацювавши з встановленою на ньому витримкою часу, подає своїм контактом плюс оперативний струм на вимикальну котушку  $KO$  привода вимикача через вказівне реле  $U$  і блокувальний контакт  $BK$ , пов'язаний з приводом. Вказівне реле фіксує спрацьовування захисту і проходження струму через  $KO$ , що необхідно для з'ясування причин вимикання вимикача. Блокувальний контакт  $BK$ , який замикається при ввімкненні та розмикається при вимкненні вимикача, має подвійне значення, що впливає з такого. При вимкненні вимикача припиняється проходження струму коротких замикань, внаслідок чого відбувається повернення у вихідне положення на початку струмових реле, а потім реле часу. Схема максимального струмового захисту може

використовуватись для захисту ліній і трансформаторів у мережах 3 – 3,5 кВ.

*Черьомухін П. О., магістр*

*Науковий керівник - к.т.н., доцент Богатов О. І.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ НАПРЯМКІВ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ НА ПІДПРИЄМСТВІ «ЕЛЕКТРОВАЖМАШ»**

Умови праці на ДП «Електроважмаш» визначаються сукупністю факторів виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини у процесі праці. Умовно ці чинники підрозділяються на небезпечні і шкідливі. Вони діляться на чотири групи: фізичні; хімічні; психофізіологічні. В основу цієї класифікації покладена природа їх дії на людину.

До фізичних факторів відносяться: підвищена швидкість руху повітря; підвищена або понижена вологість; підвищений або понижений атмосферний тиск; недостатня освітленість; конструкції, що руйнуються; електричний струм; підвищений рівень шуму і вібрації тощо.

До хімічних факторів відносять: хімічні елементи, речовини та сполуки, що перебувають у різному агрегатному стані (твердому, газоподібному, рідкому); речовини, які різними шляхами проникають в організм людини; речовини, які різко змінюють реактивність організму, тобто проявляють сенсibiliзуючу і алергічну дію на організм; речовини, які мають мутагенну дію або впливають на репродуктивну функцію людини.

Психофізіологічні фактори розподіляються на фізичні і нервово-психічні перевантаження. До перших відносяться статичні, динамічні навантаження і гіподинамічні (обмежена рухова активність).

Нервово-психічні перевантаження розподіляються на розумове, перевантаження аналізаторів, монотонність праці і емоційні перевантаження.

Усі ці фактори призводять до неминучого виробничого травматизму, якщо знехтувати ними.

Адміністрацією підприємства, керівниками структурних підрозділів, службою охорони праці проводиться значна робота, спрямована на поліпшення умов праці, забезпечення виконання вимог нормативно-правових актів з охорони праці, зменшення випадків виробничого травматизму та профзахворювань, підвищення культури виробництва, прийняття оперативних заходів щодо усунення порушень Правил, норм та інструкцій з охорони праці на кожному робочому місці.

Так, у 2020 році з порівнянням минулих років було значно зменшено кількість випадків виробничого травматизму. Динаміка нещасних випадків за роками показана на рис. 1.

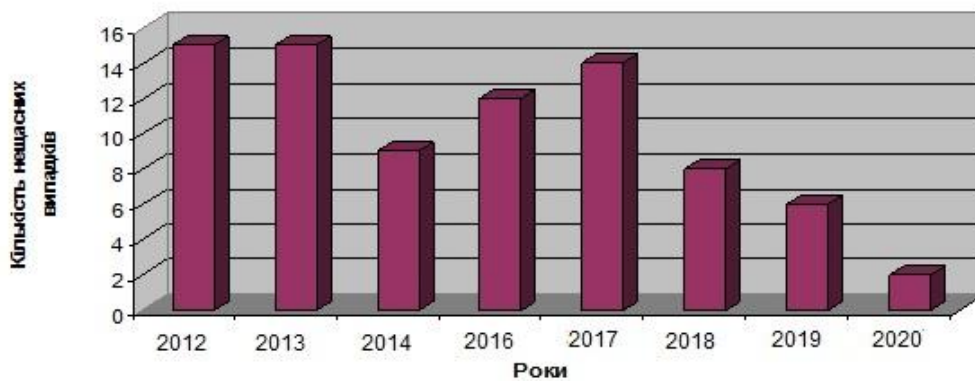


Рисунок 1 – Динаміка нещасних випадків за період 2012 – 2020 р.р.

Рейтинговими показниками виробничого травматизму, за якими оцінюється робота підприємства з охорони праці є коефіцієнти тяжкості (1) та частоти (2) виробничого травматизму, які визначаються наступним чином.

$$Kч = \frac{T}{C} \cdot 1000, \quad (1)$$

$$Km = \frac{D}{T}, \quad (2)$$

У 2020 році на підприємстві зареєстровані найнижчі коефіцієнти виробничого травматизму. Динаміка коефіцієнтів тяжкості та частоти виробничого травматизму показані, відповідно, на рис. 2 та рис. 3.

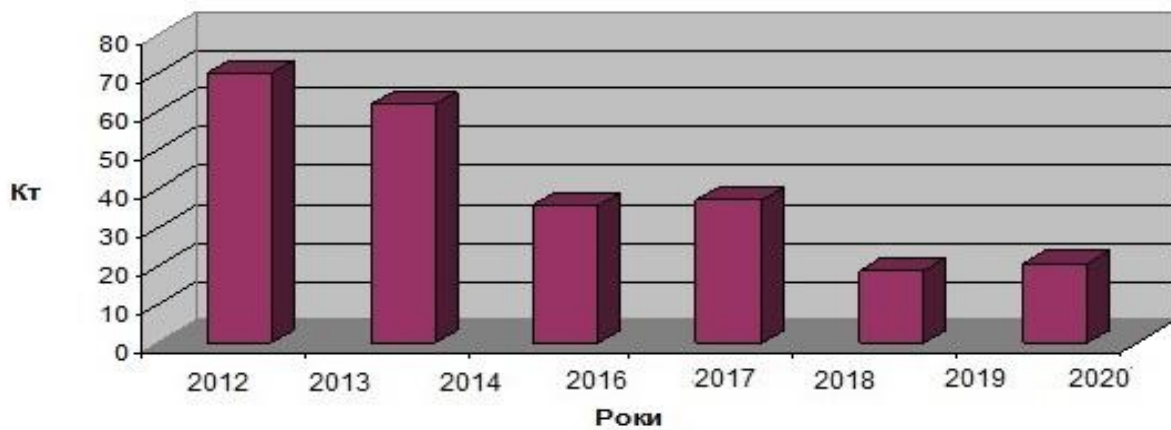


Рисунок 2 – Динаміка коефіцієнту тяжкості (Кт) за період 2012 – 2020 р.р.

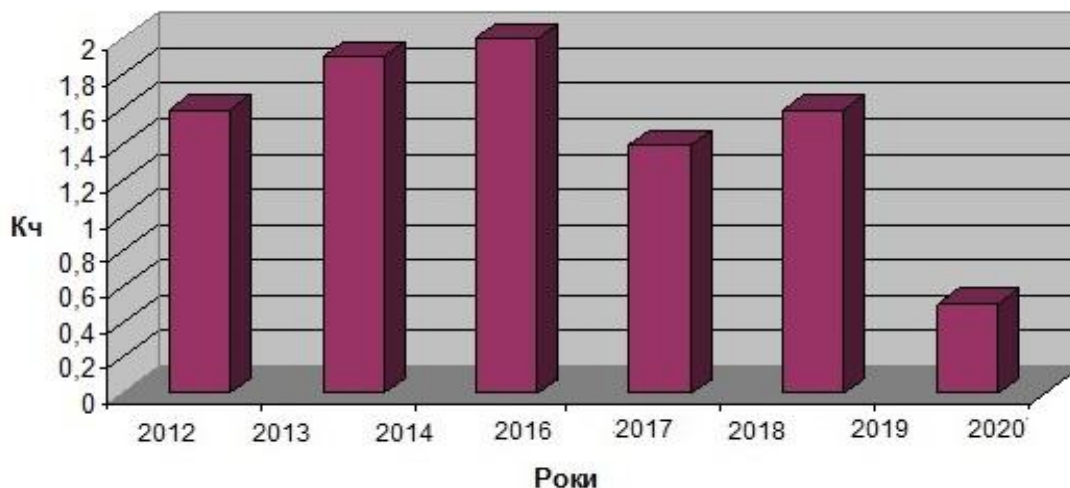


Рисунок 3 – Динаміка коефіцієнту тяжкості за період 2012 – 2020 р.р.

Статистика травматизму наполегливо переконує у тому, що для зменшення негативного впливу шкідливих та небезпечних чинників і

реалізації державної політики у сфері охорони праці необхідно впроваджувати наукове управління процесом поліпшення умов і безпеки праці на підприємствах різних форм власності, удосконалити підходи щодо економічної оцінки впливу працезохоронних витрат на ефективність виробництва [1]. Для цього потрібно відпрацювати і впровадити комплекс науково-обґрунтованих сучасних методик і рекомендацій з економічного управління охороною праці на підприємствах [2].

Виробничий травматизм завдає не лише морального, соціального, але і значного економічного збитку, тому вдосконалена методика визначення економічних наслідків непрацездатності є важливою і актуальною у сучасному виробництві. Всі економічні наслідки непрацездатності, згідно [3] діляться на дві групи: загальнодержавні витрати і збори; втрати і збитки виробничих підприємств.

Основне завдання, яке повинно вирішуватися при плануванні і здійсненні працезохоронних заходів на всіх рівнях управління охороною праці, полягає у відповіді на два питання - яку суму коштів необхідно витратити на СУОП і яким чином її розподілити між різними напрямками для досягнення найбільшого ефекту? Така постановка питань пояснюється тим, що ні суспільство, ні окреме підприємство не мають можливості фінансувати витрати на заходи з охорони праці у обсягах, які б забезпечували усунення дії на працівників небезпечних виробничих чинників. Тому у кожному конкретному випадку виникає необхідність визначення загального обсягу витрат, який повинен базуватися на концепції рівня допустимого ризику нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві.

Виділити кошти на зниження рівня ризику означає їх відвернення від безпосереднього виробництва продукції для фінансування робіт, які, здавалося б, не дають миттєвої вигоди. Але детальний аналіз показує, що ефект від такого рішення полягає у зниженні збитку від аварій, нещасних випадків на виробництві і витрат, пов'язаних із зростанням кількості

захворювань і смертності людей. Тобто без врахування економічного ризику в охороні праці важко вибрати оптимальний спосіб виробництва, який забезпечував би найменші витрати на одиницю продукції разом з його максимальною соціальною придатністю. Національне законодавство з охорони праці [4] передбачає використання різноманітних способів і засобів щодо поліпшення безпеки, гігієни праці і виробничої санітарії.

Оскільки основним напрямом ефективного впливу на рівень виробничого травматизму, професійної захворюваності і ризику виробництва є його попередження, то від правильного визначення суми вкладень у вирішальній мірі залежить успіх працезахоронної діяльності в цілому.

До того ж, одним з основних напрямів врахування невизначеності, неповноти інформації в теорії оптимального планування є концепція адаптивності плану, його параметрів. Координація планів, адаптивність їх відносно додаткової інформації, яка надходить у процесі функціонування, є значним чинником підвищення ефективності усіх систем, у т.ч. і СУОП.

Були тримані та розглянуті статистика нещасних випадків, динаміка коефіцієнті тяжкості та частоти виробничого травматизму. Також було проаналізовано на які сфери на підприємстві виробничий травматизм негативно впливає та навіщо потрібно витратити кошти на вдосконалення мір з питання безпеки та нешкідливості праці.

З цього всього було вирішено, що метод попередження виробничого травматизму, проф. захворювань, в який буде інтегрована концепція адаптивності плану при підтримки адекватних науково-обґрунтованих методик та рекомендацій з економічного управління охороною праці на підприємствах буде найкращім.

#### Література:

1. Правила охорони праці у ливарному виробництві / Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України 03.11.2014 № 779, Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 20 листопада 2014 р. за №



1476/26253 / Офіційний вісник України офіційне видання від 12.12.2014 — 2014 р., № 97, стор. 253, стаття 2823, код акта 74918/2014

2. Касьянов Н. А., Медяник В. А., Гунченко О. Н., Вишневыский Д. А. Необходимость совершенствования системы управления охраной труда (СУОТ) в отрасли машиностроения // Орг. самодост. промисл. регіону: проблеми ринку, економіки і бізнесу: Матер. міжн. н.-практ. конф. 24.04.2008р. м. Луганськ. - Луганськ: ЛПСТ, 2008. -С. 152-157.

3. Гунченко О. Н., Медяник В. А., Касьянов Н. А. Необходимость совершенствования системы управления охраной труда в Украине // Біосфера ХХІ століття: матер. І всеукр. конф. молодих вчених, аспірантів, магістрантів та студентів, м. Севастополь, 12-15 лютого 2008р. - Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2008р. - С. 20-22.

4. Білостоцька В. О., Малихін О. В, Енгстрем В. Б. Щодо пропорції витрат на відшкодування потерпілим до вартості обладнання // Інформ. бюлетень з охорони праці. - К.: ННДІОП, 2006. - №1. - С. 23-28.

**Чумаченко С. М.**, д.т.н., с.н.с., професор  
кафедри інформаційних технологій, штучного інтелекту і кібербезпеки  
Національний університет харчових технологій, м. Київ

**Дерман В. А.**, аспірант  
факультету автоматизації і комп'ютерних систем  
Національний університет харчових технологій, м. Київ

**Черепньов І. А.**, к.т.н., с.н.с., доцент  
кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю  
Державний біотехнологічний університет, м. Харків

**Цанков Б. І.**, студент  
факультету мехатроніки та інжинірингу  
Державний біотехнологічний університет, м. Харків

## **ОСОБЛИВОСТІ ЄМНОСТЕЙ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ЗАПАСУ ПИТНОЇ ВОДИ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

За даними роботи [1] Україна має один із найнижчих серед європейських країн показників забезпеченості власними водними ресурсами, що становить лише 1000 м<sup>3</sup> місцевого стоку на 1 мешканця, в той час як у Канаді цей показник складає 94300 м<sup>3</sup>, Росії – 31000 м<sup>3</sup>, США – 7400 м<sup>3</sup>, Німеччині – 1900 м<sup>3</sup>. Ця проблема загострюється у зв'язку зі значним забрудненням відкритих водойм внаслідок техногенної діяльності [2]. На сьогодні, в умовах техногенного забруднення вся територія України має дефіцит якісної питної води, що різко загострюється в разі виникнення надзвичайної ситуації (НС). В результаті цього, постраждалий регіон буде відрізаним від питного водопостачання, порушується робота всієї критичної інфраструктури: енергопостачання, водопостачання і водовідведення, транспортних комунікацій.

Існує декілька шляхів вирішення цих проблем:

- 1) Використання запасів підземних артезіанських вод;
- 2) Створення захищених сховищ для питної води в разі відсутності артезіанських вод;
- 3) Створення мобільних систем для очищення і дезінфекції поверхневих і ґрунтових вод.

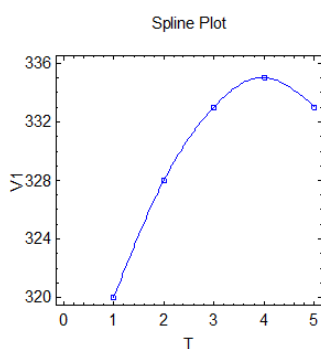
На теперішній час відомі різні фізико - хімічні методи обробки і знешкодження води, а також підвищення термінів її зберігання [3, 4]. Але вони як правило енерговитратні, вимагають наявності спеціального устаткування та запасів необхідних хімічних реагентів, що стає проблематичним в умовах НС.

На думку авторів цієї роботи доцільно скористатися науковими та технічними напрацюваннями отриманими в другій половині ХХ століття в рамках забезпечення питною водою суден далекого плавання, а саме використання цементованих металевих резервуарів з додатковою обробкою вуглекислим газом [5,6] для зберігання запасів чистої питної води. Згідно з даними, наведеними у публікації [3], зберігання води в цементних цистернах великої ємності (10 - 50 т) не призводить до помітного впливу цементного покриття або матеріалу самої цистерни (сталі) на зміну властивостей води. Крім того, виявлено ефект бактерицидної дії води у цементованій цистерні на кишкову паличку.

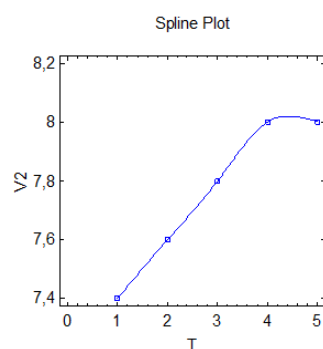
Однак, за даними роботи [6] у кількох випадках після тривалого зберігання в цементованих цистернах вода набувала «якихось сторонніх присмаків», а також з'являвся осад. Як зазначено у вище цитованій роботі, при цементуванні цистерн поверхнева плівка вуглекислого кальцію, що перешкоджає вільному переходу у воду двоокису кальцію, утворюється дуже повільно. На цьому був розроблений принципово новий (на той період часу) спосіб активізації процесу утворення плівки шляхом насичення води вуглекислим газом.

Нами були оброблені результати експерименту, що запозичені з роботи [6]. З проведеного дослідження води на лужність з цементованих ємностей, як оброблених так і не оброблених вуглекислим газом ( $\text{CO}_2$ ), побудовані відповідні графіки, що ілюструють процес зміни лужності води в процесі її зберігання. Контрольні вимірювання в ході експерименту проводилися на інтервалі: 1-5 днів, а далі через кожні 5 днів (10, 15, 20, 25, 30 днів).

На рисунках 1 а) і б) відповідно представлені графіки зміни лужності води  $V_1$  (мг/л) в перерахунку на  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  для ємності, що не була оброблена  $\text{CO}_2$  (1-5 днів), та тієї, що пройшла цю обробку.



а)



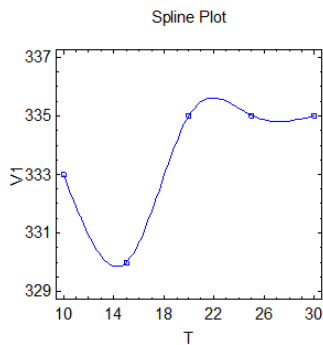
б)

Рисунок 1 – зміна лужності води на протязі п'яти днів:

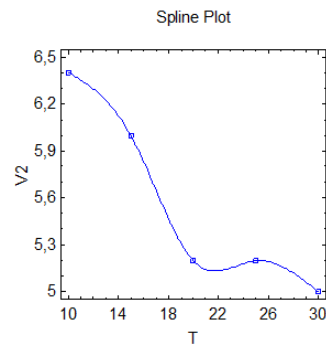
а) без обробки  $\text{CO}_2$ ;

б) після обробки  $\text{CO}_2$ ;

На рисунках 2 а) і б) відповідно представлені графіки зміни лужності воді  $V_1$ (мг/л) в перерахунку на  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  для ємності, яка не була оброблена  $\text{CO}_2$ , та тієї, що пройшла цю обробку на інтервалі 10-30 днів з початку спостереження.



а)



б)

Рисунок 2 – Зміна лужності води на протязі п'яти днів, без обробки на інтервалі 10-30 дня спостереження

Таким чином, після обробки цементованих ємностей вуглекислим газом у воді виявляються тільки сліди лужності, при цьому відсутні органолептичні зміни і не утворюється осад. На підставі вищесказаного, можна зробити висновок про те, що наявність сталевих листів і запасу цементу дозволяє оперативно виготовити ємності для зберігання питної води, в якій гине кишкова паличка. Додаткова обробка цих резервуарів вуглекислим газом дозволяє підвищити якість води, що знаходиться на зберіганні в цих ємностях. На думку авторів, ця технологія може бути корисною для оперативного створення аварійного запасу питної води в умовах надзвичайних ситуацій при наявності дефіциту електроенергії і матеріалів.

Література:

1. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналітична доповідь / Іванюта С. П., Коломієць О. О, Малиновська О. А., Якушенко Л. М. Київ : НІСД, 2020. 110 с.

2. Запольський А. К., Шумигай І. В. Охорона питних вод від виснаження і забруднення. *Agroecological journal*. 2015. №3. С. 6-15.

3. Знезараження води комбінованими методами – УФ- випромінювання в поєднанні з іншими технологіями / А. О. Семенов та ін. *Технологический*

*аудит и резервы производства*. 2016. № 3 (29). С. 67-71. DOI: 10.15587/2312-8372.2016.71486.

4. Ибрагимова О. А., Мусамедова К. А. Перспективы развития обеззараживания воды электромагнитным полем. *Вестник научных конференций*. 2019. № 7-2 (47). С. 42-44.

5. Яговой П. Н. Изменение свойств питьевой воды при хранении ее в цементированных цистернах. *Гигиена и санитария*. 1961. № 6. С. 93.

6. Войтенко А. М. Проблемные вопросы обеспечения судов дальнего плавания доброкачественной водой. *Актуальные проблемы транспортной медицины*. 2008. № 4 (14). С. 81-88.

*Кравцов М. М., доцент каф. МБЖД*

*Шведчикова А. О., Юрлакова І. О., студенти групи Е-21-21*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ВИВЧЕННЯ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ ДИСЦИПЛІНАМИ «ОХОРОНА ПРАЦІ» ТА «ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ»**

Метою вивчення наслідків аварій дисциплінами «Охорона праці» та «Цивільний захист» – надання знань, умінь, здатностей (компетенцій) для здійснення ефективної професійної діяльності шляхом забезпечення оптимального управління охороною праці та цивільним захистом на підприємствах (об'єктах господарської, економічної та науково-освітньої діяльності), формування у студентів відповідальності за навколишнє середовище, особисту та колективну безпеку і усвідомлення необхідності обов'язкового виконання в повному обсязі всіх заходів гарантування безпеки праці на робочих місцях з врахуванням ризику виникнення техногенних аварій та природних небезпек, які можуть спричинити надзвичайні ситуації.

Завдання вивчення цих дисциплін полягає у набутті студентами знань, умінь і здатностей (компетенцій) ефективно вирішувати завдання професійної діяльності з обов'язковим урахуванням ризику виникнення техногенних аварій і природних небезпек та урахуванням вимог охорони праці і цивільного захисту та гарантуванням збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у різних сферах професійної діяльності.

Зміст навчальних дисциплін направлений на формування компетентностей, визначених освітньо-професійною, програмою та спеціальностями 051 «Економіка», 071 «Облік і оподаткування», 073 «Менеджмент організацій і логістики», 076 «Підприємство, торгівля та біржова діяльність»; загальними компетентностями: здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; здатність до адаптації та дії в новій ситуації; здатність приймати обґрунтовані рішення; здатність у передбачених законом випадках застосовувати засоби фізичного впливу, спеціальні засоби та вогнепальну зброю, тактичні прийоми під час службової діяльності в разі отримання інформації чи безпосереднього виявлення ознак правопорушення перебуваючи на місці події та в інших службових ситуаціях, а також здатність надавати домедичну допомогу; здатність вживати заходів з метою запобігання, виявлення та припинення адміністративних і кримінальних правопорушень, заходів, спрямованих на усунення загроз життю та здоров'ю фізичних осіб та публічній безпеці.

Отримані знання з навчальних дисциплін стануть складовими наступних програмних результатів навчання, які являються основними завданнями цих дисциплін та включені до освітньо-професійних програм, засвоєння студентами новітніх теорій, методів і технологій з прогнозування ОП та ЦЗ; побудова моделей розвитку попередження заходів з ОП та ЦЗ; визначення рівня ризику та обґрунтування комплексу заходів, спрямованих на запобігання аварій, травм виробничого середовища і побуту; захист персоналу, населення, матеріальних і культурних цінностей в умовах

небезпечних для виробничого персоналу; профілактика, локалізація та ліквідація наслідків небезпечних ситуацій з ОП та ЦЗ.

Передумовами для вивчення освітнього компоненту є повна середня освіта або освітньо-кваліфікаційний рівень молодшого спеціаліста. Компетентності, яких набуває здобувач: інтегральні, загальні, спеціальні та програмні результати навчання. До спеціальних компетентностей відносяться здатність розв'язувати складних задачі вивчення надзвичайних ситуацій і проблем у сфері управління або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності включають: здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності); навички використання інформаційних та комунікаційних технологій; здатність мотивувати людей та рухатися до спільної мети; здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів); здатність генерувати нові ідеї (креативність); здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Спеціальні (фахові) компетентності включають: здатність встановлювати цінності, бачення, місію, цілі та критерії, за якими організація визначає подальші напрями розвитку, розробляти і реалізовувати відповідні стратегії та плани; здатність до ефективного використання та розвитку ресурсів організації; здатність створювати та організовувати ефективні комунікації в процесі управління; здатність використовувати психологічні технології з персоналом; здатність аналізувати й структурувати проблеми організації, ухвалювати управлінські рішення та забезпечувати умови їх реалізації.

Програмні результати навчання (ПРН) є відповідними компонентами: проектувати ефективними системи управління організаціями; мати навички прийняття обґрунтування та забезпечення реалізації управлінських рішень в



непередбачуваних умовах, враховуючи вимоги чинного законодавства, етичні міркування та соціальну відповідальність; вміти делегувати повноваження та керівництво організацією (підрозділом) та ін.

Оцінка якості засвоєння навчальних програми з нормативних дисциплін «Цивільний захист», та «Охорона праці» включає поточний контроль успішності, виконання РГР (КРС для заочної та дистанційної форм навчання), модульний контроль (для денної форми навчання) та складання підсумкового диференційованого заліку з дисципліни «Цивільний захист» та екзамену з дисципліни «Охорона праці».

Для поточного контролю та засвоєння студентами навчального матеріалу, що вивчається під час аудиторних та дистанційних занять і особливо у процесі самостійної роботи, передбачена модульна контрольна робота, порядок проведення та зміст якої наводяться в робочих навчальних програмах з урахуванням специфіки напряму підготовки спеціалістів, бакалаврів, магістрів.

Для атестації студентів на відповідність їхніх знань вимогам, викладеним у типових навчальних програмах, в робочих навчальних програмах нормативних навчальних дисципліни «Цивільний захист» та «Охорона праці» у відповідних освітньо-професійних програмах за напрямами підготовки у ВНЗ створюються фонди засобів педагогічної діагностики, які включають завдання, модульні контрольні роботи, тести тощо. Вони повинні забезпечувати об'єктивність оцінки знань, умінь та рівнів набутих компетенцій з цивільного захисту та охорони праці. Успішність засвоєння дисциплін повинна визначатися за допомогою рейтингової системи оцінювання. Підсумкова оцінка якості засвоєння навчальних програм визначається результатами диференційованого заліку, або екзамену, порядок проведення яких визначається робочою навчальною програмою дисциплін «Цивільний захист» та «Охорона праці».

Таким чином, при розробці та вивченні робочих навчальних програм змістовні частини типових навчальних програм можуть корегуватися шляхом виключення і скорочення або включення, розширення та конкретизації окремих пунктів і питань у відповідності зі специфікою напряму підготовки майбутніх фахівців, типовими завданнями їх професійних діяльностей у напрямку забезпечення цивільного захисту та охорони праці. Остаточні обсяги вивчення окремих тем дисципліни «Цивільний захист», та «Охорона праці», а також розподіл навчального часу за видами занять визначаються робочими навчальними планами, розробленими та затвердженими безпосередньо у навчальних закладах.

Література:

1. ТИПОВА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА НОРМАТИВНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ» ДЛЯ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ для всіх спеціальностей за освітньо-кваліфікаційними рівнями «спеціаліст», «бакалавр», «магістр». МОН України. Київ. 2011. С. 25.
2. Типова навчальна програма нормативної дисципліни «Основи охорони праці». Для вищих навчальних закладів для всіх спеціальностей. МОН України. Київ. 2011. С. 8.

**Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції  
здобувачів вищої освіти і молодих учених**

**«Метрологічні аспекти прийняття рішень  
в умовах роботи на техногенно небезпечних об'єктах»**

Відповідальність за достовірність наведених в матеріалах даних  
несуть автори публікацій.

Точка зору редколегії не завжди збігається з позицією авторів.

**4 листопада 2022 р.  
м. Харків, Україна**