

ISSN 2078-4481

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

# ВІСНИК

ХЕРСОНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО  
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

## 1(84)

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Херсонського національного технічного університету  
(протокол № 6 від 13 квітня 2023 року)

---

Журнал включено до Переліку наукових фахових видань України  
категорії «Б» за економічними науками, спец. – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 242  
(Наказ МОН України від 17.03.2020 № 409),  
281 (Наказ МОН України від 29.06.2021 № 735);  
та за технічними науками, спец. – 121, 122, 123, 125, 126, 131, 132, 133, 151, 274, 275  
(Наказ МОН України від 02.07.2020 № 886)  
та спец. 141, 161, 182 (Наказ МОН України від 24.09.2020 № 1188)

Журнал включено до наукометричних баз, електронних бібліотек та репозитаріїв:  
GoogleScholar, Crossref, National Library of Ukraine (Vernadsky)



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2023

## Редакційна колегія

### Головний редактор

Литвиненко В.І.

д.т.н., професор, завідувач кафедри інформатики і комп'ютерних наук,  
заслужений діяч науки і техніки України

### Заступник головного редактора

Сарібєкова Ю.Г.

д.т.н., професор, головний науковий співробітник науково-дослідного сектору

### Відповідальний секретар

Вольвач І.Ю.

к.е.н., доцент, завідувач відділу з навчально-наукової роботи і міжнародної діяльності

## Члени редакційної колегії

<b>Баганов Є.О.</b>	к.т.н., доцент
<b>Березовський Ю.В.</b>	д.е.н., доцент
<b>Гончар О.І.</b>	д.е.н., професор
<b>Горбачов П.Ф.</b>	д.т.н., професор
<b>Джерелюк Ю.О.</b>	д.е.н., професор
<b>Дімітрова В.Я.</b> (Болгарія)	д.н., доцент
<b>Дурман М.О.</b>	д.держ.упр., доцент
<b>Дурман О.Л.</b>	к.держ.упр., доцент
<b>Жарікова М.В.</b>	д.т.н., професор
<b>Закора О.В.</b>	к.т.н., доцент
<b>Корчевська Л.О.</b>	д.е.н., професор
<b>Кунік О.М.</b>	к.т.н.
<b>Лопушинський І.П.</b>	д.держ.упр., професор
<b>Луб'яний П.В.</b>	к.т.н., доцент
<b>Наумов О.Б.</b>	д.е.н., професор
<b>Рудакова Г.В.</b>	д.т.н., професор
<b>Русанов С.А.</b>	к.т.н., доцент
<b>Савін С.Ю.</b>	д.е.н., професор
<b>Семешко О.Я.</b>	д.т.н.
<b>Сідельникова Л.П.</b>	д.е.н., професор
<b>Smolarz A.</b> (Польща)	dr.hab.inz.
<b>Толуб'як В.С.</b>	д.держ.упр., доцент
<b>Тюхтенко Н.А.</b>	д.е.н., професор
<b>Філіппова В.Д.</b>	д.держ.упр., доцент
<b>Хрущ Н.А.</b>	д.е.н., професор
<b>Чепелюк О.В.</b>	д.т.н., професор
<b>Шандова Н.В.</b>	д.е.н., професор
<b>Шарко О.В.</b>	д.т.н., професор
<b>Шарко М.В.</b>	д.е.н., професор
<b>Шерстюк В.Г.</b>	д.т.н., професор

**ISSN 2078-4481**

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
KHERSON NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY**

**VISNYK**

**OF KHERSON NATIONAL  
TECHNICAL UNIVERSITY**

**1(84)**

Recommended for publication by the Academic Council  
of Kherson National Technical University  
(Minutes № 6 on 13th April 2023)

---

The journal is included in the List of Scientific Professional Editions of Ukraine Category “B”  
in economics, special. – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 242  
(Ukraine Education and Science Ministry Order dated 17.03.2020, № 409),  
281 (Ukraine Education and Science Ministry Order dated 29.06.2021, № 735);  
and technical sciences, special. – 121, 122, 123, 125, 126, 131, 132, 133, 151, 274, 275  
(Ukraine Education and Science Ministry Order dated 02.07.2020, № 886)  
and special. 141, 161, 182  
(Ukraine Education and Science Ministry Order dated 24.09.2020, № 1188)  
The journal is included in the scientometric bases, electronic libraries and repositories:  
Google Scholar, Crossref, National Library of Ukraine (Vernadsky)



Publishing House  
“Helvetica”  
2023

## Editorial Board

### Editor-in-Chief

Litvinenko V.I.

Doctor of Engineering Science, Professor, Head of the Department of Informatics and Computer Science, Honored Worker of Science and Technology of Ukraine

### Deputy Editor-in-Chief

Saribekova Yu.G.

Doctor of Engineering Science, Professor, Chief research officer of the research sector

### Executive Secretary

Volvach I.Yu.

Ph.D., Associate Professor, Head of Department Academic Research and international activities

### Members of Editorial Board

<b>Baganov Ye.O.</b>	Ph.D., Associate Professor
<b>Berezovsky Yu.V.</b>	Doctor of Engineering Science, Associate Professor
<b>Chepelyuk O.V.</b>	Doctor of Engineering Science, Professor
<b>Dimitrova V.Ya. (Bulgaria)</b>	Ph.D., Associate Professor
<b>Durman M.O.</b>	Doctor of Science in Public Administration, Associate Professor
<b>Durman O.L.</b>	Ph.D., Associate Professor
<b>Dzhereliuk Yu.A.</b>	Doctor of Economics, Professor
<b>Gonchar O.I.</b>	Doctor of Engineering Science, Professor
<b>Horbachov P.F.</b>	Doctor of Economics, Professor
<b>Khrushch N.A.</b>	Doctor of Economics, Professor
<b>Korchevska L.A.</b>	Doctor of Economics, Professor
<b>Kunik O.N.</b>	Ph.D.
<b>Lopushinskiy I.P.</b>	Doctor of Science in Public Administration, Professor
<b>Lubyany P.V.</b>	Ph.D., Associate Professor
<b>Naumov O.B.</b>	Doctor of Economics, Professor
<b>Rudakova H.V.</b>	Doctor of Engineering Science, Professor
<b>Rusanov S.A.</b>	Ph.D., Associate Professor
<b>Savin S.Yu.</b>	Doctor of Economics, Professor
<b>Semeshko O.Ya.</b>	Doctor of Engineering Science
<b>Shandova N.V.</b>	Doctor of Economics, Professor
<b>Sharko M.V.</b>	Doctor of Economics, Professor
<b>Sharko O.V.</b>	Doctor of Engineering Science, Professor
<b>Sherstyuk V.G.</b>	Doctor of Engineering Science, Professor
<b>Sidelnykova L.P.</b>	Doctor of Economics, Professor
<b>Smolarz A. (Poland)</b>	Ph.D., Associate Professor
<b>Tolubyak V.S.</b>	Doctor of Science in Public Administration, Associate Professor
<b>Tyukhtenko N.A.</b>	Doctor of Economics, Professor
<b>Filippova V.D.</b>	Doctor of Science in Public Administration, Associate Professor
<b>Zakora O.V.</b>	Ph.D., Associate Professor
<b>Zharikova M.V.</b>	Doctor of Engineering Science, Professor

## ЗМІСТ

## ІНЖЕНЕРНІ НАУКИ

<b>Н. В. Жданюк, Н. Д. Піхуля.</b> Аналіз відходів і джерел забруднення скляного виробництва.....	9
<b>І. М. Задорожня, М. О. Задорожній.</b> Синтез параметрів двомасових електроприводів на основі ефекту резонансної електромеханічної взаємодії.....	18
<b>В. В. Курак, О. В. Андронova, М. О. Мельник.</b> Моделювання впливу неоднорідності опромінення приймальної поверхні на параметри фотоелектричної панелі.....	25
<b>М. І. Кучма.</b> Регуляризація і факторизація поліномних матриць Лорана.....	33
<b>Д. О. Личов, Г. В. Кошель, Т. В. Петренко.</b> Тенденції застосування електричної тяги в Україні на автомобільному транспорті.....	41
<b>В. Д. Макаренко, П. В. Луб'яний, О. А. Войтович.</b> Якість пасажирських транспортних послуг на основі нефінансових показників.....	48
<b>І. В. Прохоренко, Н. А. Тимошенко, Н. П. Соколова, М. П. Кравчук, Т. А. Мазур.</b> Методи підвищення безпеки польотів повітряних суден в особливих ситуаціях у польоті.....	55
<b>В. Л. Ромах, В. І. Тихонін, І. І. Тихоніна.</b> Визначення оптимального співвідношення типів портового обладнання при роботі з контейнерами в оперативній зоні вантажного терміналу морського порту.....	63
<b>Н. Є. Теліцина, О. О. Квітка, А. М. Шахновський.</b> Експериментально-статистичне моделювання складу сухих будівельних сумішей: визначення оптимальної частки модифікуючої добавки.....	72
<b>О. Г. Шибась, Г. М. Сільванська, Ю. В. Михайлова, Г. В. Карп.</b> Системи підтримки прийняття рішень як ефективний інструмент реалізації управління роботою круїзного та лінійного судноплавства.....	80

## ТЕХНОЛОГІЯ ЛЕГКОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

<b>Г. А. Бойко, В. В. Євтушенко, Ю. В. Березовський, Н. О. Матрюк.</b> Визначення експлуатаційних та екологічних властивостей взуття з конопляної тканини методом експериментально-дослідної експлуатації.....	92
<b>І. С. Васильченко, М. О. Боброва, О. Я. Семешко.</b> Дослідження впливу композиції силіконів на фізико-хімічні та органолептичні властивості косметичних емульсій прямого типу.....	98
<b>М. Є. Рацук, Т. А. Юрова, О. В. Казмирчук.</b> Оцінювання якості та безпечності йогуртів з харчовими волокнами.....	107
<b>Л. В. Салєба.</b> Покращення споживчих властивостей кондитерських харчових продуктів на основі вафель.....	112

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

<b>К. О. Антіпова.</b> Застосування механізму уваги типу multi-head та моделі трансформера для задачі машинного перекладу.....	118
<b>Є. М. Байлюк, О. А. Покотило, О. С. Головня, І. С. Хімічук.</b> Аналіз кібератак на Active Directory та методів підвищення рівня захищеності операційної системи Windows Server.....	123
<b>М. В. Донченко.</b> Врахування надійності при оцінці безпеки систем.....	130
<b>Б. О. Єрохін, М. О. Волк.</b> Вибір технологічного стеку розробки приватної хмарної системи паралельного збору та обробки інформації.....	134
<b>О. В. Іванчук, І. С. Богданов, Є. А. Дроздова, В. М. Козел.</b> Організація процесів навчання на платформі Discord.....	140
<b>І. О. Кандиба, Г. В. Горбань, Н. В. Гончарова, Д. С. Гончаров.</b> Статистичний аналіз даних про використання обчислювальних ресурсів комп'ютерів закладу вищої освіти засобами Python.....	148
<b>О. В. Ольховська, О. П. Кошова, Д. М. Ольховський, Д. С. Семикоз.</b> Розробка web-застосунку для формування розкладу в закладі вищої освіти.....	155

## УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ

<b>І. М. Геращенко.</b> Планування ефективності стратегій підприємств через гармонізацію конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємств як роботодавців на ринку праці.....	163
<b>Я. І. Мандрик.</b> Радянські управлінці в селах України: їх формування та підготовка в 1930-х рр. (компартійні персоналії новітньої історії України: правда і фальш).....	170
<b>Н. М. Павлішина, А. В. Харін.</b> Інновації в епоху цифровізації.....	179

## ПУБЛІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ

<b>В. М. Демченко, Н. М. Ковальська.</b> Кримінальне аргументація та публічна політика: психологічна конотація.....	188
<b>В. М. Демченко.</b> Воєнно-патріотична риторика як зброя проти агресора.....	194
<b>І. П. Динник.</b> Запровадження концепції “smart-community” у повоєнному відновленні сільських територій.....	201
<b>І. І. Жебелев.</b> Державне регулювання транспортної галузі: сучасні підходи.....	206
<b>Д. О. Логачов, В. Д. Філіппова.</b> Вплив потенціалу локальної демократії на демократичне врядування.....	213
<b>К. В. Мануїлова, В. О. Моторний, О. А. Нелюб.</b> Організаційно-правове забезпечення функціонування місцевого самоврядування в умовах воєнного стану.....	219
<b>Л. М. Назаренко.</b> Мотиваційний потенціал управління розвитком людського капіталу організації.....	225
<b>О. В. Половцев, А. В. Голова, Д. Л. Дубін.</b> Ретроспективний аналіз суспільно-політичних умов процесу трансформації функціонального змісту діяльності публічної влади.....	233
<b>О. В. Проніна, О. В. Семенко.</b> Сучасні тенденції розвитку інформаційно-комунікаційних технологій у місцевому самоврядуванні під час військової агресії.....	239
<b>Ю. О. Стельмашенко, В. Д. Філіппова.</b> Державна політика розвитку водневої енергетики як альтернативного джерела енергії.....	244
<b>Л. Р. Струтинська.</b> Екологістична ефективність харчових і переробних підприємств малого та середнього бізнесу.....	250

## СОЦІАЛЬНІ ТА ПОВЕДІНКОВІ НАУКИ

<b>О. В. Якушева.</b> Типологія регіонів в контексті конвергентних ознак.....	258
<b>І. В. Яцкевич.</b> Креативність у когнітивному менеджменті.....	265

**CONTENTS**

**ENGINEERING SCIENCES**

**N. V. Zhdaniuk, N. D. Pikhulya.** Analysis of waste and sources of pollution in glass production..... 9

**I. M. Zadorozhniaia, M. O. Zadorozhnyi.** Synthesis of electromechanical system parameters based on the effect of resonant electromechanical interaction.....18

**V. V. Kurak, O. V. Andronova, M. O. Melnyk.** Simulation of the influence of irradiation inhomogeneity along the receiving surface on photoelectric panel parameters.....25

**M. I. Kuchma.** Regularization and factorization of Laurent polynomial matrices .....33

**D. O. Lychov, G. V. Koshel, T. V. Petrenko.** Trends of the application of electric traction in Ukraine for road transport.....41

**V. D. Makarenko, P. V. Lubyany, O. A. Voitovych.** Quality of passenger transport services on the basis of non-financial indicators..... 48

**I. V. Prokhorenko, N. A. Timoshenko, N. P. Sokolova, M. P. Kravchuk, T. A. Masuria.** Methods of improving the safety of aircraft flights in special in-flight situations..... 55

**V. L. Romakh, V. I. Tykhonin, I. I. Tykhonina.** Determination of the optimal ratio of types of port equipment when working with containers in the operational area of a cargo terminal of a sea port.....63

**N. E. Telitsyna, O. O. Kvitka, A. M. Shakhnovsky.** Experimental statistical modeling of dry construction mixtures formulation: optimal content of the modifying admixture determination.....72

**A. G. Shibaev, G. N. Silvanska, Yu. V. Mykhailova, G. V. Karp.** Decision support systems as efficient tools for the implementing of cruise and line shipping management.....80

**THE TECHNOLOGY OF LIGHT AND FOOD INDUSTRY**

**G. A. Boiko, V. V. Evtushenko, Y. V. Berezovsky, N. A. Matryuk.** Determination of performance and environmental properties of shoes from hemp fabric by the method of experimental research operation.....92

**I. S. Vasylenko, M. O. Bobrova, O. Ya. Semeshko.** Investigation of influence of the silicone compositions on physicochemical and organoleptic properties of direct-type cosmetic emulsions.....98

**M. E. Ratsuk, T. A. Yurova, O. V. Kazmirchuk.** Quality and safety assessment yoghurts with food fibers.....107

**L. V. Saleba.** Determination of quality indicators and methods of their control for orange juice drinks..... 112

**INFORMATION TECHNOLOGIES**

**K. O. Antipova.** Implementation of the multi-head attention mechanism and transformer model for machine translation.....118

**Y. M. Bailiuk, O. A. Pokotylo, O. S. Holovnia, I. S. Khimichuk.** Analysis of cyber attacks on Active Directory and methods of increasing the security level of the Windows Server operating system.....123

**M. V. Donchenko.** Reliability accounting in system safety assessment.....130

**B. O. Yerokhin, M. O. Volk.** The choice of the technological stack in the development of a private cloud system for parallel collection and processing of information.....134

**O. V. Ivanchuk, I. S. Bohdanov, E. A. Drozdova, V. M. Kozel.** Organization of learning processes on the Discord platform.....140

**I. O. Kandyba, H. V. Horban, N. V. Honcharova, D. S. Honcharov.** Statistical data analysis on the computing resources use of university computers by means of Python.....148

**O. V. Olhovska, O. P. Koshova, D. M. Olkhovsky, D. S. Semykoz.** Development of application software elements for the formation of a schedule in universities..... 155

**MANAGEMENT AND ADMINISTRATION**

**I. M. Herashchenko.** Planning the efficiency of enterprise strategies through harmonization of competitiveness of human resources and enterprises as employers in the labor market.....163

<b>Ya. I. Mandryk.</b> Soviet managers in the villages of Ukraine: their formation and training in the 1930s (compartment personnel of the recent ukrainian history: truth and false).....	170
<b>N. M. Pavlishyna, A. V. Kharin.</b> Innovations in the era of digitalization.....	179

## **PUBLIC MANAGEMENT AND ADMINISTRATION**

<b>V. M. Demchenko, N. M. Kovalska.</b> The criminal jargon as a psychological sign of post-totalitarian society.....	188
<b>V. M. Demchenko.</b> Military patriotic rhetoric as a weapon against the aggressor.....	194
<b>I. P. Dynnyk.</b> Introduction of the “smart-community” concept in the post-war restoration of rural areas.....	201
<b>I. I. Zhebelev.</b> State regulation of the transport industry: modern approaches.....	206
<b>D. O. Lohachov, V. D. Filippova.</b> The influence of the potential of local democracy on democratic government.....	213
<b>K. V. Manuilova, V. O. Motornyi, O. A. Nelub.</b> Organisational and legal support for the functioning of local self-government under martial law.....	219
<b>L. M. Nazarenko.</b> Motivation potential of human capital development management of the organization.....	225
<b>O. V. Polovtsev, A. V. Golova, D. L. Dubin.</b> Retrospective analysis of socio-political conditions of the process of transformation of the functional content of public authority activities.....	233
<b>O. V. Pronina, O. V. Semenko.</b> Current trends in the development of information and communication technologies in local government during military aggression.....	239
<b>Yu. O. Stelmashenko, V. D. Filippova.</b> State policy of hydrogen energy development as an alternative energy source.....	244
<b>L. R. Strutynska.</b> Environmental efficiency of food and processing enterprises of small and medium-sized businesses.....	250

## **SOCIAL AND BEHAVIORAL SCIENCES**

<b>O. V. Yakusheva.</b> Typology of regions in the context of convergent characters.....	258
<b>I. V. Yatskevych.</b> Creativity in cognitive management.....	265

## ІНЖЕНЕРНІ НАУКИ

УДК 504.502.174:666.127(477+4-6ЄС)

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.1.1>

Н. В. ЖДАНЮК

кандидат технічних наук,  
старший викладач кафедри хімічної технології кераміки та скла  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
ORCID: 0000-0003-3771-5045

Н. Д. ПІХУЛЯ

студентка IV курсу хіміко-технологічного факультету  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
ORCID: 0009-0006-5853-3813

## АНАЛІЗ ВІДХОДІВ І ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ СКЛЯНОГО ВИРОБНИЦТВА

У даній роботі була проведена комплексна оцінка технологічних процесів виробництва скла та аналіз шкідливих викидів. Встановлено, що під час підготовки шихти, варіння скла та формування скляних виробів відбуваються процеси, що призводять до викиду політантів. Так, під час завантаження шихти в скловарну піч, частина її виноситься топковими газами. Найбільше розпилювання характерне для доломіту, вапняку (крейди), польового і плавикового шпатів, натрій карбонату і борної кислоти. Кількість утвореного пилу може досягати 1,6% від маси шихти. Максимальні пиловтрати припадають на матеріали вапнякової групи і польового шпату (до 85% від загальної кількості пилу). Пил скляних виробництв характеризується фіброгенною ( $\text{SiO}_2$ ) та загальнотоксичною ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3$  та ін.) діями. Крім того, на стадії варіння скла відбувається виділення реакційних газів, парів продуктів розплаву. В процесі спалювання палива утворюються такі небезпечні речовини як вуглекислий газ, оксиди азоту, оксиди сульфуру, бензопірен і т.д. Також у процесі роботи скловареної печі відбувається теплове забруднення навколишнього середовища димовими газами та втратою теплоти через стіни основних апаратів і трубопроводів.

Значна кількість шкідливих відходів утворюється в процесах хіміко-механічної обробки скловиробів. Робота скляних заводів призводить до утворення шламів систем підготовки шихти, пиловловлювання і очищення стічних вод, суспензій систем шліфування і полірування скла), а також утворюються стічні води (промивні, полірувальні і травильні розчини, які застосовуються при обробці та декоруванні виробів).

Весь процес скловиробництва супроводжується утворенням склобою, який може бути повторно використаний у виробництві скла.

Таким чином, виробництво виробів із скла пов'язане з утворенням великої кількості відходів і викидів. Під час роботи скляних заводів у довкілля викидаються гази, аерозолі, тверді відходи та стічні води. Відбувається забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, наземних і підземних вод. На жаль, оснащення заводів скляної галузі залишається недосконалим з точки зору захисту довкілля.

**Ключові слова:** виробництво скла, димові гази, теплові втрати, стічні води промислових підприємств, склобій.

N. V. ZHDANIUK

Candidate of Technical Sciences,  
Senior Lecturer at the Department of Chemical Technology of Ceramics and Glass  
National Technical University of Ukraine  
“Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”  
ORCID: 0000-0003-3771-5045

N. D. PIKHULYA

4th year Student of the Faculty of Chemistry and Technology  
National Technical University of Ukraine  
“Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”  
ORCID: 0009-0006-5853-3813

## ANALYSIS OF WASTE AND SOURCES OF POLLUTION IN GLASS PRODUCTION

*In this work, a comprehensive assessment of technological processes of glass production and analysis of harmful emissions was carried out. It has been established that processes leading to the release of pollutants occur during the preparation of the charge, boiling of glass and forming of glass products. Thus, during loading of the charge into the glass furnace, part of it is carried away by the furnace gases. The greatest spraying is characteristic of dolomite, limestone (chalk), feldspars and fluorspars, sodium carbonate and boric acid. The amount of dust formed can reach 1.6% of the mass of the charge. The maximum dust losses fall on materials of the limestone group and feldspar (up to 85% of the total amount of dust). Dust from glass production is characterized by fibrogenic ( $\text{SiO}_2$ ) and general toxic ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3$ , etc.) effects. In addition, at the glass boiling stage, reactive gases and vapors of melt products are released. In the process of burning fuel, such dangerous substances as carbon dioxide, nitrogen oxides, sulfur oxides, benzopyrene, etc. are formed. Also, during the operation of the glass furnace, there is thermal pollution of the environment with flue gases and heat loss through the walls of the main apparatus and pipelines.*

*A significant amount of harmful waste is generated in the processes of chemical and mechanical processing of glass products. The operation of glass factories leads to the formation of sludges of batch preparation systems, dust collection and wastewater treatment, suspensions of glass grinding and polishing systems), as well as waste water (washing, polishing and etching solutions used in processing and decorating products).*

*The entire process of glass production is accompanied by the formation of cullet, which can be reused in the production of glass.*

*Thus, the production of glass products is associated with the generation of a large amount of waste and emissions. During the operation of glass factories, gases, aerosols, solid waste and wastewater are released into the environment. Atmospheric air, soil, surface and underground water are polluted. Unfortunately, the equipment of glass industry factories remains imperfect from the point of view of environmental protection.*

**Key words:** glass production, flue gases, heat losses, waste water of industrial enterprises, broken glass.

### Постановка проблеми

У взаємодії суспільства і природи техніка відіграє, як правило, подвійну роль. З одного боку, за її допомогою людина задовольняє свої потреби, а з іншого, вона є головною причиною змін, що відбуваються в природі. Такі зміни є небажаними для всього живого у біосфері. В «Національній стратегії управління відходами в Україні до 2030 року» сказано, що починаючи з 2010 року до 2016 року річний обсяг генерування промислових відходів становив 419,2 млн. тонн, а обсяг накопичення у спеціально відведених місцях або об'єктах склав 13,27 млрд. тонн, тобто значно менше, ніж у попередніх звітах. У 2015 році знизився обсяг утворення промислових відходів з 448 млн. тонн до 312 млн. тонн. При цьому скорочено виробничих відходів на 24% [1].

Згідно із статистичними даними можна зробити ряд висновків, що обумовлено спадом промислового виробництва, військовим конфліктом на сході України та анексією Автономної Республіки Крим.

Скляна промисловість України у 2000–2020-х роках показала стрімке зростання виробництва, що пояснюється унікальними властивостями скла та можливістю застосування у багатьох сферах господарства. Наприклад, будівельно-архітектурне скло, яке широко використовується для скління вікон, знайшло застосування при виготовленні безрамних дверей, перегородок у будівлях, радіусних вікон. Також, варто відмітити використання в якості пакувального матеріалу скляної тари. За ці роки суттєво покращилися фізико-хімічні та експлуатаційні властивості склотари, значно зріс асортимент скляної тари, а також збільшилося її виробництво.

Скляне виробництво зросло, відповідно зросли сумарні викиди скляних заводів. В результаті чого у довкілля викидаються гази, аерозолі, тверді відходи та стічні води. Таким чином відбувається забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, наземних і підземних вод. На жаль, оснащення заводів скляної галузі залишається недосконалим з точки зору захисту довкілля. Крім того, на скляних заводах спостерігається недостатнє вторинне використання теплоти від скловарних печей та печей відпалу.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Утворення відходів в різних підсистемах виробництва скла викликано недосконалістю технологій окремих стадій виробництва скла, недоліками у конструкції обладнання і його невідповідність характеру процесів, недотримання технологічних регламентів, низька культура обслуговування та експлуатації виробництва. Виробництво виробів із скла пов'язане з утворенням великої кількості відходів і викидів, які можна класифікувати по фізико-механічному стану таким чином: тверді відходи (склобій, пил від шихти, відходи цехів обробки сортового посуду); суспензії та шлами (шлами систем підготовки шихти, пиловловлювання і очищення стічних вод, суспензії систем шліфування і полірування скла); стічні води (промивні, полірувальні і травильні розчини, які застосовуються при обробці та декоруванні виробів); газоподібні викиди та аерозолі (димові гази печей, які містять оксиди нітрогену і сульфору, сполуки свинцю, флуору, фосфору і бору, оксиду карбону, бензопірен. Також відбувається викид димових газів, що утворюються під час сушки шихти, варки скла і т.д.

Із всіх класифікацій відходів найбільш ефективною є класифікація, що враховує їх хіміко-фізичну структуру і специфічні властивості. По властивостях і структурі відходів їх можна розділити на близькі до сировини

(порошкоподібна шихта), до цільового продукту (скломаса, склобій), до сировини інших виробництв. В той же час ряд відходів утворюють так звані вторинні матеріальні ресурси, наприклад склобій, кількість якого у деяких виробництвах досягає 50% від утвореної скломаси. До таких ресурсів відносяться і димові гази скловарних печей, теплота яких може бути використана як джерело енергії. Класифікуючи відходи виробництва скла, необхідно виділити та врахувати їх токсичність, тобто ступінь дії на людину, тваринний світ і рослинність. За цією ознакою можна виділити нешкідливі, токсичні і особливо токсичні відходи.

Скляні виробництва по своїм масштабам незрівняні з енергетичними гігантами, але їх екологічні завдання аналогічні. Це дозволяє звернутися до фундаментальних робіт по вивченню процесів утворення шкідливих сполук в енергетиці. При спалюванні палива в скловарному агрегаті, а також при русі топкових газів в межах агрегату протікає ряд процесів, обумовлених високими температурами, різкими перепадами температур, взаємодією з вогнетривами, ізоляційними матеріалами, а також взаємодією компонентів самих продуктів згорання в цих умовах.

#### Формулювання мети дослідження

Метою роботи є наукове обґрунтування доцільності впровадження екологічно безпечного виробництва скла в Україні на основі аналізу всіх стадій виробництва скла, можливостей запровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій з врахуванням фінансово-економічних факторів. Необхідність впроваджувати вторинне використання склобою. Особливе, центральне місце займає необхідність заміни діючого обладнання, з метою зменшення викидів димових газів та недоочищених стічних вод. Найбільш перспективними шляхами вирішення проблеми є застосування новітніх технологій, доцільність розробки яких визначається умовами реалізації випущеної продукції за ринковими цінами, та впливом на довкілля.

#### Виклад основного матеріалу дослідження

Одним із методів уникнення екологічних небезпек підприємств є проведення комплексної оцінки технологічних процесів [2]. Під час підготовки шихти, варіння скла та формування скловиробів проходять процеси, що призводять до шкідливих викидів і шкідливих дій:

1. завантаження шихти в скловарну піч, при цьому частина її виноситься топковими газами;
2. виділення реакційних газів, парів продуктів розплаву;
3. утворення шкідливих компонентів в процесі спалювання палива;
4. теплове забруднення димовими газами;
5. втрати теплоти через стіни основних апаратів і трубопроводів;
6. утворення шкідливих відходів при процесах хіміко-механічної обробки скловиробів;
7. утворення склобою;
8. забруднення оливами;
9. утворення забруднених вод та шламів.

Викид шкідливих речовин на стадіях скляного виробництва представлено на рис. 1.



Рис. 1. Викид шкідливих речовин на стадіях технологічного процесу виготовлення сортового посуду

Технологія скла включає дві основні стадії: підготовку сировинних компонентів з отриманням шихти та процесом виготовлення скловиробів. Основним компонентом шихти, що використовується для широкого асортименту стекол, є кварцовий пісок, що вводиться у скло силіцій(IV) оксидом, який є скло утворюючим оксидом та складає 50–75% маси готового скла. До складу шихти додають крейду і вапняк, що вводять в скло оксиди лужноземельних металів. Для введення оксидів лужних металів використовують карбонати натрію та калію. Ці оксиди становлять основу промислових стекол. Також до складу стекол можуть бути введені сульфати, кальцій нітрат, натрій нітрат, борна кислота, бура, оксиди плюмбуму, цинку, арсену, фтористі сполуки та ін. [3].

Етап підготовки шихти супроводжується пилоутворенням. Так, початкові операції розвантаження і транспортування компонентів шихти, характеризується виділенням пилу, причому на кожній з технологічних операцій,

якісний і фракційний склад якого буде різним. Небезпекою є те, що навіть при локальному попаданні в атмосферу (від однієї установки), викликаному неправильною організацією повітрообміну, пил може розповсюдитися по всьому відділенню.

Концентрація пилу в повітрі дільниці підготовки сировини і приготування шихти може досягати сотень і навіть тисяч міліграм на кубічний метр. Найбільше розпилювання характерне для доломіту, вапняку (крейди), польового і плавикового шпатів, натрій карбонату і борної кислоти. Кількість утвореного пилу може досягати 1,6% від маси шихти. Максимальні пиловтрати припадають на матеріали вапнякової групи і польового шпату (до 85% від загальної кількості пилу). В повітрі складової дільниці міститься високодисперсний пил, 60–70% якого можуть складати частинки менше 5 мкм. Пилові частинки навіть розміром до 50 мкм здатні утримуватися у повітрі тривалий час. Пил скляних виробництв характеризується фіброгенною ( $\text{SiO}_2$ ) та загальнотоксичною ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3$  та ін.) діями.

Найбільш небезпечними речовинами, які використовуються у скловиробництві є сполуки плюмбуму та арсену. У виробництві кришталю, оптичного скла, емалей використовують матеріали, що містять оксиди плюмбуму ( $\text{PbO}_2$ ,  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ), пил яких високотоксичний, впливає на серцево-судинну і нервову системи, кровотворні органи і шлунково-кишковий тракт та має здатність накопичуватися в організмі. Граничний вміст яких у питній воді не повинен перевищувати 10 мкг/л [4]. Крім того, сполуки плюмбуму поступають в ґрунті і поверхневі води з неефективно очищеними промисловими стоками та з атмосферними опадами. Найефективніші методи виділення сполук плюмбуму при підготовці води – це коагуляція/осадження, сорбція з використанням іонообмінних смол та сорбентів на основі глинистих мінералів, а також використання методу біоаккумуляції з застосуванням біоплівки, фіксованих водоростей [5]. Як освітлювач у виробництві скла використовують високотоксичний арсен(III) оксид ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ). Для організму людини він здійснює згубний вплив, руйнує вегетативну нервову систему та порушує живлення тканин організму, що може призвести до паралічу кровоносної системи, порушення обміну речовин та появи злоякісних утворень. Сполуки арсену, так само як і сполуки плюмбуму можуть накопичуватися в організмі. Доза, що приводить до серйозного отруєння людини, складає 0,01–0,052 г, а доза 0,07–0,18 г є для неї смертельною [6]. Сполуки плюмбуму та арсену відносяться до II класу небезпеки [4].

Для контролю шкідливих викидів введена регламентація, згідно якої гранично допустимі викиди шкідливих речовин (ГДК) встановлюються для кожного джерела з урахуванням викидів інших джерел, що знаходяться в зоні негативної дії промислового підприємства та навколишньому просторі. Треба мати на увазі, що можлива величина ГДК є максимальною граничною, проте у ряді випадків вона може бути перевищена в результаті недотримання технологічного регламенту, тому приймають контрольні рівні (норми) викидів, загальна маса яких повинна бути менше гранично допустимих. Ця різниця для високотоксичних викидів у ряді випадків може бути зменшена в десятки разів.

У атмосфері на рівні приземного шару, концентрація шкідливих речовин не повинна перевищувати 30% від ГДК в робочій зоні приміщення. Орієнтовно безпечний рівень впливу речовин у робочій зоні та гранично-допустимі концентрації шкідливих речовин у атмосферному повітрі населених місць, що використовуються при приготуванні шихти, приведені табл. 1. [7, 8].

В димових газах міститься з розрахунку на 1 т скломаси, мг/м<sup>3</sup>: фторидів – 150, оксидів арсену 55, оксидів бору – 1300, оксидів сульфору – 375. У перерахунку на одну скловарну піч продуктивністю 25 т скломаси в добу протягом року в атмосферу через димохід викидається 5–6 т  $\text{As}_2\text{O}_3$ , 100–150 т борної кислоти, 20–25 т сполук фтору і до 250–300 т оксидів сульфору. Все це говорить про необхідність швидкого вирішення проблеми скорочення шкідливих викидів при варці скла, що можливо в результаті скорочення або повного виключення шкідливих викидів шляхом зміни технології варки, конструкції печей і ін. і в поєднанні з глибоким очищенням димових газів від шкідливих речовин в спеціальних установках. Вирішення завдань промислової екології при інтенсифікації виробництва скла, розширенні асортименту скловиробів і їх якості вимагає розглядати виробництво скла як замкнуту систему, що взаємодіє з навколишнім середовищем. Останніми роками для аналізу таких складних систем використовується підхід, що розглядає всю лінію як технологічну динамічну систему, що складається з ряду взаємозв'язаних підсистем.

В процесі спалювання палива досягаються високі температури газових потоків, які передають тепло скломасі. Процеси спалювання реалізуються в умовах незначного надлишку повітря, що позначається на кінетиці шкідливих компонентів, що утворюються в процесі горіння [9].

Газоподібні викиди включають сполуки карбону, сульфору і нітрогену. Оксиди карбону є продуктами спалювання вуглеводневих видів палива. За наявності достатньої кількості кисню весь об'єм карбон(II) оксиду ( $\text{CO}$ ) окиснюється до карбон(IV) оксиду ( $\text{CO}_2$ ). Максимальний вміст  $\text{CO}_2$  в газі утворюються при коефіцієнті надлишку повітря вище 1 (при спалюванні природного газу вміст  $\text{CO}_2$  складає 9, моторного палива – 12, а мазуту – 13–14%).

До особливо токсичних газоподібних викидів належить сульфур(IV) оксид. У скляному виробництві при згорання палива і утворенні оксидів сульфору, практично весь сульфур окислюється до сульфур(IV) ( $\text{SO}_2$ ) і тільки 1% припадає на сульфур(VI) оксид ( $\text{SO}_3$ ). Тривалість перебування якого в атмосфері порівняно мала.

Він бере участь в каталітичних, фотохімічних і інших реакціях. При взаємодії  $\text{SO}_3$  з водою утворюється сульфатна кислота. Кислотні дощі – результат у тому числі і викидів оксидів сульфуру [9].

Таблиця 1

**Орієнтовно безпечний рівень впливу речовин у робочій зоні та гранично-допустимі концентрації шкідливих речовин у атмосферному повітрі населених місць**

Компонент шихти	Орієнтовно безпечний рівень впливу (ОБРВ), $\text{мг/м}^3$ у робочій зоні	ГДК, $\text{мг/м}^3$		Стан речовини а – аерозоль; п а – пари і аерозоль	Клас небезпеки*
		атмосферному повітрі населених місць			
		Максимальна разова	середньодобова		
Діоксид кремнію (кристалічна форма): кварц, кристобаліт, тридиміт. Пил неорганічний, що містить двоокис кремнію в % – більше 70 (дінас та ін.)	1	0,15	0,05	а	3
Те ж, при вмісті в пилі цих речовин 10–70% (стадія обробки піску – сушка, відмивання, розділення на фракції) – 70–20 (шамот, цемент та ін.)	2	0,3	0,1	а	3
Те ж, при вмісті в пилі цих речовин 2–10% (стадія дозування, змішення) – нижче 20 (доломіт та ін.)	4	0,5	0,15	а	4
Алюмінію оксид (в перерахунку на алюміній)	6	-	0,01	а	2
Заліза оксид (у перерахунку на залізо)*	4	-	0,04	а	3
Кислота борна	10	-	0,02	п а	3
Ванадій і його сполуки (ванадію п'ятиоксид)	0,1/0,5	-	0,002	а	1
Германій діоксид (у перерахунку на германій)	2	-	0,04	а	3
Кобальту оксид	0,05/0,01	-	0,001	а	2
Марганець і його сполуки (у перерахунку на двоокис марганцю)	0,3	0,01	0,001	а	2
Міді оксид (у перерахунку на мідь)	-	-	0,002	а	2
Миш'як, неорганічні сполуки (у перерахунку на миш'як)	0,04/0,01	-	0,003	а	2
Свинець і його неорганічні сполуки (у перерахунку на свинець)	0,01/0,05	0,001	0,0003	а	1
Талію карбонат (у перерахунку на талій)	0,01	-	0,0004	а	1
Хром шестивалентний (у перерахунку на триоксид хрому)	0,01	0,0015	0,0015	а	1
Барій вуглекислий (у перерахунку на барій)	0,5	-	0,004	а	1
Калію карбонат (поташ)	2	0,1	0,05	а	4
Кальцію карбонат	-	-	0,05	а	3
Натрію сульфат	-	0,3	0,1	а	3

\*Примітка. Класи небезпеки: 1 – речовини надзвичайно небезпечні; 2-речовини високонебезпечні; 3-речовини помірно небезпечні; 4 – речовини малонебезпечні.

В процесі спалювання палива утворюється ряд сполук нітрогену з киснем ( $\text{N}_2\text{O}$ ;  $\text{NO}$ ;  $\text{N}_2\text{O}_3$ ;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{N}_2\text{O}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ). Звичайно сумарну кількість  $\text{N}_y\text{O}_x$  приводять до  $\text{NO}_2$ . Для оцінки шкідливої дії викинутих  $\text{N}_y\text{O}_x$  потрібно враховувати те, що активне перебування  $\text{NO}$  в атмосфері обчислюється  $\approx 100$  годинами, а  $\text{N}_2\text{O}$  – 4,5 роками. Велика частина  $\text{N}_y\text{O}_x$  утворюється в зоні активного горіння. Проте точний розрахунок утворення  $\text{N}_y\text{O}_x$  в топкових пристроях і об'ємі печі є складним і важко вирішуваним завданням, що вимагає знань і умов протікання хімічних реакцій, гідродинаміки, тепло- і масопереносу. Встановлено, що  $\text{N}_y\text{O}_x$  при горінні утворюється в результаті окислення нітрогену, що міститься у паливі, і безпосереднього окислення азоту повітря. Багато в чому їх вміст визначається коефіцієнтом надлишку повітря [9].

Спалювання органічного палива супроводжується утворенням канцерогенних речовин і, зокрема, бензопірену, який може бути основою для синтезу інших токсичних речовин. Бензопірен утворюється при температурі 700–800°C за рахунок протікання ряду піролітичних реакцій. Хімічна формула –  $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$ , молекулярна маса рівна 252 г/моль, температура плавлення 179°C, кипіння 480–500°C. У продуктах згорання бензопірен присутній у вигляді крапель рідини або жовтих газоподібних кристалів [9].

Основою дії шкідливих речовин на організм людини є сумарна дія декількох домішок на відміну від методик низки країн. Якщо в атмосфері присутньою  $n$  шкідливих домішок однонаправленої дії, то їх безрозмірна сумарна концентрація  $Q$  не повинна бути вище одиниці.

Викиди газів і виділення теплоти з пічного відділення суттєво перевищують об'єми викидів складальної дільниці. Значна кількість теплоти викидаються з відпрацьованими газами печі, частково теплота втрачається у процесах формування виробів із скла, де вся теплота, що акумульована в розплаві скломаси, втрачається. Принципи конструювання, які використовуються в сучасних скловарних печах вимагають серйозного аналізу, і в першу чергу з позицій дії скловарної печі на навколишнє середовище.

До викидів із скловарної печі можна віднести компоненти, які містяться в продуктах згорання на вході в регенератори і рекуператори, а до викидів в повітря – компоненти, що викидаються через димар в атмосферу. Ці викиди містять як тверді порошкоподібні сполуки, так і газоподібні або рідкі (дисперсні). До основних чинників, що впливають на кількість шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу, відноситься хімічний склад скла і спосіб приготування шихти, тип печі і режим її експлуатації, температура варіння і ін. За нормальних умов роботи печі порошкоподібні частинки осідають в районі завантажувальної кишені печі, а також на поверхні склепіння. При температурі плавлення відбувається випаровування в результаті розкладання компонентів шихти. Утворенню газоподібних викидів сприяють головним чином сульфати, хлориди, карбонати, флуориди, а також сполуки бору, ванадію, плюмбуму, арсену та селену. Окрім випаровування компонентів з шихти спостерігається випаровування деяких інгредієнтів з поверхні скломаси.

При вивченні процесів варки тарного скла, було встановлено, що підвищення температури на 25°C призводить до збільшення викиду дисперсних частинок на 19%. Викид твердих і рідких частинок прямо пропорційний площі варильної частини і продуктивності печі. При збільшенні продуктивності печі (підвищенні температури горіння і витрат палива) зростає і кількість оксидів нітрогену NO і NO<sub>2</sub>. Внаслідок високої швидкості охолодження приблизно 95% їх кількості складає NO. Так як вміст азоту в паливі незначний, то практично всі оксиди нітрогену утворюються при взаємодії азоту повітря і надлишку кисню. Для зменшення викидів твердих і рідких частинок і оксидів нітрогену пропонується при варці безбарвного скла додавати вуглець і витримувати оптимальні умови окислювально-відновної рівноваги на поверхні скломаси [9].

Негативний вплив пилових викидів, особливо пилу з частинками кремній(IV) оксид та алюміній оксид, на організм людини призводить до фіброгенного впливу на людину [8]. Встановлено, що частинки розміром 5 мкм і більш осідають у верхніх дихальних шляхах, розміром 4,7–3,3 мкм – в трахеях, розміром 3,3–2,1 мкм – у верхніх долях легенів, розміром 2,1–0,65 мкм у середніх долях легенів, розміром менше 0,65 мкм – в нижніх долях легенів [10]. Це вимагає таких технічних рішень, що забезпечили б вміст шкідливих викидів в атмосфері робочої зони не вище за рівень ГДК.

Не менш небезпечними з погляду забруднення навколишнього середовища є стадії скловаріння і вироблення скловиробів. Традиційно використовується явно застарілий термін «варка скла», який включає ряд фізико-хімічних перетворень оксидів при високих температурах. Тому скловарна піч повинна розглядатися як реактор, в якому протікають різноманітні гетерогенні і гомогенні процеси: декарбонізація, плавлення, протікання реакцій в твердій і рідкій фазах при взаємодії силікатів в поєднанні з процесами взаємного розчинення. Всі процеси утворення скла протікають при високих температурах, які досягаються внаслідок підведення тепла при спалюванні вуглеводневої сировини або підведення електроенергії. Спалювання палива пов'язане з утворенням шкідливих компонентів, що негативно впливають на біосферу.

Для багатьох компонентів шихти, таких як сполуки бору, плюмбуму, арсену, сурми, селену та ін., характерна летючість в діапазоні температур утворення скла. Як правило, з підвищенням температури варки скла їх виділення збільшується. Воно залежить також і від складу шихти. Також, необхідно відзначити дуже шкідливий вплив на біосферу (викиди) флуористих сполук, цинку, калію, арсену, свинцю. Наприклад, при полум'яній варці кристалю із вмістом оксиду плюмбуму 24% в атмосферу викидається 10–15% оксиду свинцю, що входить до складу шихти, який випадає з атмосфери навколо скляних заводів. Флуористі сполуки випаровуються в 5–7 разів інтенсивніше, ніж сполуки плюмбуму. Великі втрати бору спостерігаються при варці боросилікатних стекел.

У виробництві скла існує проблема утилізації тепла теплове забруднення димовими газами; втрати теплоти через стіни основних апаратів і трубопроводів. Сучасна регенеративна піч може мати коефіцієнт корисної дії до 50%, причому втрати з димовими газами складають понад 20%. Це пов'язано з тим, що процеси варіння силікатного скла відбуваються за температури близько 1500°C, в результаті чого відбуваються великі втрати тепла через стінки печі та з димовими газами. Вирішення проблеми втрати тепла, а також підвищити теплову ефективність теплотехнічного агрегату можна використовувати електричні печі та печі із примусовим кисневим дуттям. Використання таких печей дозволяє підвищити питомі характеристики в порівнянні з печами на газовому органічному паливі. Однак електричні печі мають ряд недоліків, що обмежує їх широке використання. Зниження споживання енергії в скловарному виробництві можна реалізувати у двох напрямках: покращення та автоматизація керування енергоспоживанням печі (зниження питомих витрат на енергію) та підвищення ефективності виробництва скловиробів шляхом скорочення частки некондиційних виробів та відходів (ефективність випуску придатної продукції). Враховуючи, що процеси варіння силікатного скла відбуваються за температури близько 1500°C. Враховуючи існуючий температурний рівень вихідних газів, регенератори не завжди здатні використати тепло димових газів. Підвищення ступеню утилізації можна досягти використовуючи пластинчасті або трубчасті теплообмінники з ребристими трубками. Ці конструктивні елементи показали свою ефективність в агрегатах, що експлуатуються в подібних умовах в різних галузях промисловості та системах тепlopостачання. Практичне впровадження таких рішень потребує додаткових теоретичних досліджень щодо визначення оптимальних

конструктивних та режимних параметрів роботи такого теплоутилізаційного обладнання у складі теплотехнологічних комплексів з виробництва скломаси [11].

Скляне виробництво супроводжується утворенням скляних відходів. Важливим напрямом при створенні досконалої технології виготовлення скла є залучення в переробку склобою, що дозволяє одночасно вирішувати питання зниження об'ємів забруднення навколишнього середовища. Склобій, утворений безпосередньо на виробництві можна використовувати як добавку до шихти без коригування складу. Крім того, сучасні технології виробництва скла дозволяють збільшити вміст склобою як добавку до шихти, і доводити його до 50%. Останнім часом спостерігаємо збільшення утворення скляних відходів, але утилізація або вилучення цих відходів залишається незначною [12]. В таблиці 2 представлено утворення скляних відходів та поводження з ними [13].

Таблиця 2

## Обсяги утворення скляних відходів та поводження з ними

Рік утворення	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2000
Утворення відходів	40,1	23,5	22,3	25,8	34,3	41,9	19,8	21,0
Утилізація відходів	14	1,8	2,1	1,8	3,4	5,8	5,9	7,2
Видалення у спеціально відведені місця	0,1	0,3	0,3	1,0	0,3	0,5	0,4	0,4

Відповідно до даних Державної служби статистики України за 2000 рік в Україні утилізувалося тільки 34,3% скляних відходів та 1,9% з них була виведення у спеціальні місця [14]. Тоді як у країнах ЄС ці показники перевищують 87%, а в Данії та Швеції досягають 98% та 97% відповідно [15].

У виробництві скла основними стоками є промивні води з цехів підготовки сировини, обробки виробів води від миття обладнання, тари, приміщень, для охолодження і т.д. Таким чином утворюються шлами систем підготовки шихти, пиловловлювання і очищення стічних вод, суспензії систем шліфування і полірування скла та промивні, полірувальні і травильні розчини, які застосовуються при обробці та декоруванні виробів. У виробництві скла основними стоками є промивні води з цехів підготовки сировини, обробки виробів води від миття обладнання, тари, приміщень, для охолодження і т.д.

За вмістом домішок їх розділяють на групи:

- 1) води з нерозчинними домішками частинок розміром більше  $10^{-5}$ – $10^{-4}$  мм;
- 2) води, що представляють колоїдні розчини;
- 3) води, які містять розчинні органічні і неорганічні речовини;
- 4) води, що містять речовини, які дисоціюють на іони.

При очищенні стічних вод скляного виробництва застосовують методи фільтрування, осадження, флоатації, електрофлоатації, нейтралізації, а також запровадження оборотних циклів водопостачання. Перспективними є методи, що використовують процеси мембранної технології, електрокоагуляції, озонування [5, 16].

Особливу небезпеку несуть рідкі відходи механічної обробки скла, а саме полірування виробів, виконується із застосуванням розчинів, що містять флуористі сполуки. Шлам, утворений після полірування кришталю потребує регенерації [17].

## Висновки

Аналіз технології скляних виробництв дозволив визначити етапи виробництва на яких утворюються політанти та відбувається їх викид у навколишнє середовище. А також підтвердив, що перед галуззю стоять важливі завдання: здійснення модернізації і комплексної автоматизації технологічних процесів. Перспективною є розробка і створення заводів-автоматів по виробництву масових виробів для різних галузей народного господарства. При розробці нових технологій виготовлення скляних виробів необхідно розглядати технологічний процес як динамічну систему, яка складається з ряду підсистем, що знаходяться в тісній взаємодії як на рівні процесів, апаратів і машин, так і на рівні цілих блоків. Таким чином, майбутнє всіх скляних виробництв за створенням технологій, які будуть враховувати як обов'язковий момент раціональне використання і відтворення природних ресурсів.

## Список використаної літератури

1. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року. Розпорядження КМУ від 8.11.2017 р. № 820. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text>
2. Малик Ю.О., Голець Н. Ю., Захарко Я. М., Петрушка І. М. Екологічні проблеми і шляхи їх вирішення. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Хімія, технологія речовин та їх застосування.* 2011. 700. С. 244-246.
3. Воронов Г. К. Технології виробництва скломатеріалів : конспект лекцій для студентів для студентів 1 курсу денної форми навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. 128 с.

4. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людей : ДСанПіН 2. 2. 4 – 171 – 10. [Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р.] за N 452/17747]. К. : Міністерство охорони здоров'я України, 2010. 45 с. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
5. Филипчук В.Л. Очищення багатокомпонентних стічних вод промислових підприємств. : Монографія. Рівне: УДВГП, 2004. 232 с.
6. Смоляр В., Петрашенко Г. Арсен в харчових продуктах і раціонах та його токсичність. *Оригінальні дослідження. Проблеми харчування*. 2009. № 3-4. С. 46–52.
7. Наказ МОЗ України № 1596 від 14.01.2020 р. «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони». Зареєстровано в Міністерстві юстиції України Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 03 серпня 2020 р. за № 741/35024. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0741-20#Text>
8. Наказ МОЗ України № 52 від 14.01.2020 р. «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених». Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10 лютого 2020 р. за № 156/34439. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text>
9. Жданюк Н.В., Племянніков М.М. Енерготехнологія хіміко-технологічних процесів у виробництві кераміки та скла. Паливо і його характеристики. Розрахунки горіння палива : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 62 с.
10. Chandel A., Goyal A.K., Ghosh G., Rath G. Recent advances in aerosolised drug delivery. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2019. 112. P. 108-601. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.108601>
11. Кошельник, О. В., Морозов, О. Є., Кошельник, В. М. Перспективні системи багатоступінчастої утилізації теплоти димових газів промислових скловарних печей безперервної дії. *Промислова теплотехніка*, 2010. т. 32. № 6. С. 91-97.
12. Гурець Л.Л., Котолевець А.С., І.І. Котова. Зниження рівня техногенного навантаження на довкілля під час використання відходів скла. *Екологічні науки. Науково-практичний журнал*. 2018 (23), № 4, С. 41-45. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2018-4-23-9>
13. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>
14. Заюков І. В., Кобилянський О.В. Переробка відходів скла як фактор екологічної безпеки України // Матеріали науково-практичної конференції «Якість і безпека. Сучасні реалії» (м. Вінниця, 14-15 березня 2018 р.) – Вінниця : ВНТУ, 2018. С. 135-137.
15. Жданюк Н.В. Вдосконалення оборотних циклів грануляторів на заводах по виробництву скляної тари. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених «Екологічний інтелект – 2011» (19-20 травня 2011 р.), м. Дніпропетровськ, Україна. – С. 135-136.
16. Тузяк, В.Є. Теоретичні основи утилізації промислових відходів та синтезу з них нових будівельних матеріалів. Знешкодження отруйних токсичних речовин, радіоактивних відходів : навчальний посібник. Львів : Центр Європи, 2011. 248 с.

#### References

1. Natsionalna stratehiia upravlinnia vidkhodamy v Ukraini do 2030 roku. Rozporiadzhennia KМУ vid 8.11.2017 r. № 820. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
2. Malyk Yu.O. (2011). Ekolohichni problemy i shliakhy yikh vyrishennia. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika»*. *Khimiia, tekhnolohiia rehovyn ta yikh zastosuvannia*. 700. 244-246. [in Ukrainian].
3. Voronov H. K. (2020). *Tekhnolohii vyrobnytstva sklomaterialiv* : Kharkiv : KhNUMH im. O. M. Beketova. [in Ukrainian].
4. Hihienichni vymohy do vody pytnoi, pryznachenoї dlia spozhyvannia liudei : DСанPiН 2.2.4-171- 10. К. : Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy. (2010). Retrieved from URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> [in Ukrainian].
5. Fylypchuk V.L. (2015). *Ochyshchennia bahatokomponentnykh stichnykh vod promyslovykh pidpriemstv. : Monohrafiia*. Rivne: UDVHP. [in Ukrainian].
6. Smoliar V. (2019). *Arsen v kharchovykh produktakh i ratsionakh ta yoho toksychnist*. Oryhinalni doslidzhennia. *Problemy kharchuvannia*. 3-4, 46–52. [in Ukrainian].
7. Pro zatverdzhennia hihienichnykh rehlementiv dopustymoho vmistu khimichnykh i biolohichnykh rehovyn u povitri robochoi zony. Nakaz MOZ Ukrainy № 1596. (2020). Retrieved from URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0741-20#Text> [in Ukrainian].
8. Pro zatverdzhennia hihienichnykh rehlementiv dopustymoho vmistu khimichnykh i biolohichnykh rehovyn v atmosferному povitri naselenykh. Nakaz MOZ Ukrainy № 52. (2020). Retrieved from URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text> [in Ukrainian].

9. Zhdaniuk N.V. (2022). Enerhotekhnolohiia khimiko-tekhnologichnykh protsesiv u vyrobnytstvi keramiky ta skla. Palyvo i yoho kharakterystyky. Rozrakhunky horinnia palyva. Kyiv : KPI im. Ihoria Sikorskoho. [in Ukrainian].
10. Chandel A. (2019). Recent advances in aerosolised drug delivery. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 112. 108-601. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.108601> [in Ukrainian].
11. Koshelnik, O. V. (2010). Perspektyvni systemy bahatostupinchastoi utylizatsii teploty dymovykh haziv promyslovykh sklovarnykh pechei bezpererвної dii. *Prom. teplotekhnika*, 32, 6, 91-97. [in Ukrainian].
12. Hurets L.L. (2018). Znyzhennia rivnia tekhnohennoho navantazhennia na dovkillia pid chas vykorystannia vidkhodiv skla. *Ekolohichni nauky. Naukovo-praktychnyi zhurnal*. (23), 4, 41-45. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2018-4-23-9> [in Ukrainian].
13. Derzhavna sluzhba statystryky Ukrainy. Retrieved from URL: <https://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].
14. Zaiukov I. V. (2018). Pererobka vidkhodiv skla yak faktor ekolohichnoi bezpeky Ukrainy. *Materialy naukovo-praktychnoi konferentsii «Iakist i bezpeka. Suchasni realii» Vinnytsia : VNTU*. [in Ukrainian].
15. Zhdaniuk N.V. (2011). Vdoskonalennia oborotnykh tsykliv hranulatoriv na zavodakh po vyrobnytstvu sklianoi tary. *Materialy VI Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsiiai molodykh vchenykh «Ekolohichni intelekt – 2011» Dnipropetrovsk: Dnipropetr. nats. un-t zalizn. transp. im. akad. V. Lazariana*. [in Ukrainian].
16. Tuziak, V.Ie. (2011). Teoretychni osnovy utylizatsii promyslovykh vidkhodiv ta syntezu z nykh novykh budivelnykh materialiv. *Zneshkodzhennia otruiynykh toksychnykh rehovyn, radioaktyvnykh vidkhodiv : navchalnyi posibnyk*. Lviv : Tsentr Yevropy. [in Ukrainian].

**І. М. ЗАДОРЖНЯ**

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації  
Донбаська державна машинобудівна академія  
ORCID: 0000-0002-7822-3517

**М. О. ЗАДОРЖНИЙ**

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації  
Донбаська державна машинобудівна академія  
ORCID: 0000-0003-0957-9998

## СИНТЕЗ ПАРАМЕТРІВ ДВОМАСОВИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ НА ОСНОВІ ЕФЕКТУ РЕЗОНАНСНОЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ

*В роботі розглянуто актуальне завдання вибору оптимальних параметрів електромеханічних систем технологічних машин для вдосконалення їх динамічних якостей, зокрема за критерієм мінімуму коливальності перехідних процесів. Показано, що параметри, які характеризують той чи інший тип електроприводу, визначаються закономірностями електромеханічного взаємозв'язку, що дозволяє використовувати специфічну властивість демпфування пружних механічних коливань власне електроприводом.*

*Більшість існуючих методів синтезу передбачає використання класичних оптимізаційних алгоритмів, які орієнтовані на мінімізацію реакції електроприводу при дії пружних коливань. При такому підході коливання моменту в пружній ланці інтерпретуються як дія на електродвигун зовнішніх вимушених коливань. В роботі акцентовано увагу на тому, що в електромеханічних системах необхідно в загальному випадку розглядати пов'язані процеси при взаємодії коливань в електромагнітній та механічній електроприводу.*

*На основі закономірностей ефекту резонансної електромеханічної взаємодії процесів у електромагнітній та механічній підсистемах приводу пропонується використовувати узагальнені показники, що в повній мірі відповідає синергетичному підходу. В результаті досліджень показано, що при оптимізації двомасових електроприводів за критерієм мінімуму коливальності основних координат налаштування параметрів системи автоматичного керування потрібно виконувати з урахуванням ефектів резонансної електромеханічної взаємодії, зумовленій коефіцієнтом розподілу інерційних мас  $\gamma$ .*

*Отримав подальший розвиток метод синтезу електроприводу з астатичною системою підпорядкованого регулювання з активним демпфіруванням пружних механічних коливань, що досягається вибором відповідного співвідношення динамічних параметрів при реалізації процесів резонансної електромеханічної взаємодії і дозволяє забезпечити оптимальність перехідних процесів за критерієм мінімуму коливальності.*

*Реалізація запропонованих оптимальних розрахункових співвідношень для налаштування регулятора швидкості при оптимізації заснована на компенсації впливу пружних сил інерційними та може бути рекомендована для налаштування систем підпорядкованого регулювання електроприводів технологічних машин широкого класу.*

**Ключові слова:** електропривод, електромеханічна система, пружні механічні коливання, динамічні навантаження, демпфування, двомасова система, система автоматичного керування, регулятор, взаємозв'язок, взаємодія, узагальнені показники.

**I. M. ZADOROZHNIYA**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Electromechanical Automation Systems  
Donbass State Engineering Academy  
ORCID: 0000-0002-7822-3517

**M. O. ZADOROZHNIY**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Electromechanical Automation Systems  
Donbass State Engineering Academy  
ORCID: 0000-0003-0957-9998

## SYNTHESIS OF ELECTROMECHANICAL SYSTEM PARAMETERS BASED ON THE EFFECT OF RESONANT ELECTROMECHANICAL INTERACTION

*The decision of actual task of choosing the optimal parameters of electromechanical systems of electric drives of technological machines to improve their dynamic qualities, in particular, according to the criterion of minimum oscillation of transients. It is shown that the parameters characterizing a particular type of electric drive with maximum damping and minimum dynamic loads are determined by the laws of electromechanical interconnection. This makes it possible to use the specific property of damping elastic mechanical vibrations by the electric drive itself.*

*Most of the existing synthesis methods involve the use of classical optimization algorithms, which are focused on minimizing the response of the electric drive under the action of elastic vibrations. With this approach, moment fluctuations in the elastic link are interpreted as the action of external forced vibrations on the electric motor. The work focuses on the fact that in electromechanical systems it is generally necessary to consider related processes during the interaction of oscillations in an electromagnetic and mechanical electric drive.*

*Based on the regularities of the resonant electromechanical interaction of processes in the electromagnetic and mechanical subsystems of the drive, it is proposed to use generalized indicators, which fully corresponds to the synergistic approach. As a result of research, it is shown that when optimizing two-mass electric drives according to the criterion of the minimum fluctuation of the main coordinates, the settings of the parameters of the automatic control system must be performed taking into account the effects of resonant electromechanical interaction caused by the coefficient of distribution of inertial masses  $\gamma$ .*

*The method of synthesizing an electric drive with an astatic system of subordinate regulation with active damping of elastic mechanical vibrations, which is achieved by choosing the appropriate ratio of dynamic parameters during the implementation of resonant electromechanical interaction processes and allows to ensure the optimality of transient processes according to the criterion of minimum oscillations, has received further development.*

*The implementation of the proposed optimal calculation ratios for adjusting the speed regulator during optimization is based on the compensation of the influence of elastic forces by inertial forces and can be recommended for adjusting the subordinate regulation systems of electric drives of a wide class of technological machines.*

**Key words:** electric drive, electromechanical system, elastic mechanical vibrations, dynamic loads, damping, two-mass system, automatic control system, controller, interrelation, interaction, generalized indicators.

### Постановка проблеми

Сучасний регульований електропривод (ЕП), як визначна складова процесів автоматизації, інтегрує в собі досягнення сьогодення багатьох галузей науки і техніки – електромашинобудування, силової перетворювальної електроніки, засобів систем керування та обчислювальної техніки, та внаслідок наявності різноманітних лінійних і нелінійних елементів, забезпечує необхідні статичні і динамічні характеристики технологічних машин. Домінуючими режимами роботи ЕП сучасної структури та комплектації, який за наявності пружних ланок механічної передачі [1, 2] є складною електромеханічною системою (ЕМС) з проявом тісного взаємозв'язку процесів в електромагнітній (ЕЧ) та механічній частинах (МЧ), є різноманітні динамічні режими, що забезпечують інтенсифікацію технологічних процесів промислового виробництва. Пружні ланки механічної передачі радикально змінюють динамічні властивості ЕП в цілому, викликають короточасні перевантаження двигуна, появу додаткових навантажень, що впливає на надійність і довговічність, і реально в ЕМС при взаємозв'язку процесів спостерігаються специфічні коливальні явища.

В редукторних ЕП з пружною механічною частиною можливі в робочих режимах коливання, що параметрично збуджуються, що викликає вібрації та прискорює знос передач. Додаткові коливальні складові перехідних процесів сприяють зростанню динамічних навантажень на електричне та механічне обладнання ЕП, збільшують теплове навантаження електродвигунів, що негативно впливає на термін служби та надійність функціонування та виконання технологічних операцій машини (агрегату).

Досягнення бажаних динамічних характеристик автоматизованої ЕМС можливе шляхом виконання синтезу відповідних керуючих пристроїв або регуляторів, проте при відпрацюванні ЕП впливів керування та збурення в ЕМС, синтезованих на основі традиційних методик, спостерігаються тривалі коливальні процеси неприпустимої амплітуди, часто з порушенням стійкості руху, а наближення частоти зовнішніх впливів збурення до величин частот вільних коливань пружної механічної частини призводить в системі ЕП до явища резонансу зі значним збільшенням навантаження на механізм і двигун.

Для створення оптимальних автоматизованих ЕМС використовуються різноманітні методи синтезу, більшість з яких так чи інакше базується на класичних оптимізаційних алгоритмах, проте ці методи здебільше орієнтовані на мінімізацію реакції ЕП при дії пружних коливань, коли коливання моменту в пружній ланці інтерпретуються як дія на електродвигун зовнішніх вимушених коливань. Насправді в ЕМС необхідно в загальному випадку розглядати пов'язані процеси при взаємодії коливань у підсистемах, що дозволяє зробити висновок про доцільність та необхідність подальшого вдосконалення методів синтезу регуляторів систем автоматичного керування (САК) ЕП технологічних машин з використанням демпфувальних можливостей власне ЕП за рахунок реалізації ефектів резонансної електромеханічної взаємодії процесів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Аналіз значної кількості літературних джерел свідчить про те, що синтез автоматизованих ЕМС виконується різноманітними методами, що знаходять своє відображення у теорії автоматичного керування. Найбільшого розповсюдження в інженерній практиці набули методи синтезу ЕМС, що спираються на задані показники якості, а також можна виділити дослідження, в яких синтез ЕМС виконується з використанням демпфуючих властивостей ЕП [3-6]. Втім завдання оптимізації реакції ЕП на дію пружних механічних коливань вирішуються формально без урахування фізичних особливостей ЕМС, а традиційні методи розв’язання задач припускають вибір параметрів (структури) на підставі завдання динамічних властивостей ЕМС як цілого. Наприклад, в цьому напрямку популярними є сучасні універсальні методи синтезу, що забезпечують розташування коренів характеристичного рівняння в заздалегідь визначених положеннях, які відповідають тим чи іншим показникам якості керування [3-8]. В загальному випадку, під час синтезу САК на базі стандартного характеристичного полінома динамічні властивості системи визначаються його коефіцієнтами, які не змінюються в процесі функціонування, тобто поведінка системи (вид динамічних характеристик складових частин ЕП) є заздалегідь регламентованою без урахування процесів резонансної електромеханічної взаємодії і впливу характеру зв’язку підсистем на динамічні властивості реальних ЕМС. До того ж, в деяких випадках задача синтезу САК розв’язується локально, виключно для певного обладнання, що не дозволяє застосовувати отримані налаштування для широкого класу ЕП, що зумовлює потребу подальших досліджень в контексті розвитку методів оптимізації САК виходячи з умови забезпечення бажаних динамічних властивостей за вихідною координатою.

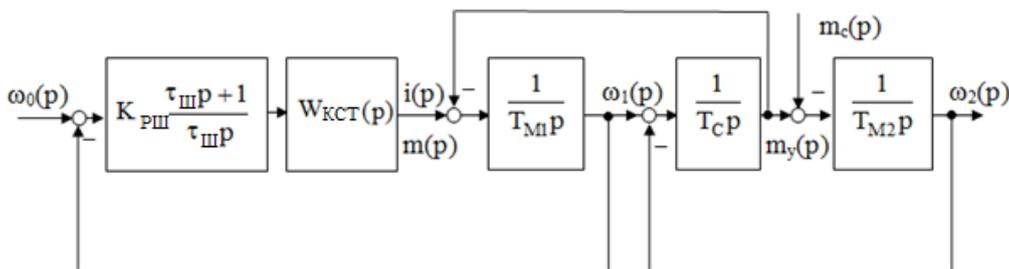
**Формулювання мети дослідження**

При проектуванні ЕП актуальною є задача синтезу параметрів САК двомасових ЕМС за критерієм мінімуму коливальності, яка потребує врахування фізичних закономірностей демпфування пружних механічних коливань за умов врахування впливу взаємозв’язку електромеханічної (ЕМП) та механічної (МП) підсистем при реалізації оптимальної електромеханічної взаємодії процесів.

**Викладення основного матеріалу дослідження**

У сучасних машинах і механізмах, як і раніше, широко експлуатуються ЕП із системами підпорядкованого (каскадного) регулювання (СПР) й послідовною корекцією параметрів [5-7], що обумовлене простотою налаштування регуляторів на деякий оптимум, незалежністю в обмеженні кожної з регульованих координат, можливістю використання уніфікованих пристроїв керування. Більша частина проєктованих зараз ЕП постійного й змінного струмів, як локальні САК, мають синтезовані (алгоритмічно) структури підпорядкованого регулювання з типовими налаштуваннями регуляторів. Для дослідження обрано узагальнену структурну схему двомасової ЕМС [8], яка відображає властивості ЕП з лінійною механічною характеристикою і фізичні закономірності реальних процесів на основній частоті резонансної електромеханічної взаємодії та СПР з пропорційно-інтегральним регулятором швидкості (ПІ-РШ), що представлена на рис. 1 з позначеннями у відносній формі параметрів ( $T_{M1}$  – механічна стала часу електродвигуна;  $T_{M2}$  – механічна стала часу механізму;  $T_C = 1/c$  – стала часу пружної механічної ланки ( $c = C_{12} \cdot \omega_H / M_H$  – відносне значення коефіцієнту жорсткості пружної ланки);  $C_{12}$  – абсолютне значення;  $W_{KCT}$  – передавальна функція контуру регулювання струму;  $K_{PШ}$  – коефіцієнт підсилення регулятора швидкості;  $T_{Ш}$  – стала часу контуру регулювання швидкості;  $\gamma = (J_1 + J_2) / J_1 = (T_{M1} + T_{M2}) / T_{M1}$  – коефіцієнт розподілу наведених моментів інерції електродвигуна  $J_1$  та механізму  $J_2$ ;  $\Omega_{12} = \sqrt{C_{12} (J_1 + J_2) / (J_1 \cdot J_2)}$  – частота вільних коливань двомасової МЧ ЕП).

На практиці в рамках СПР двомасовим пружним об’єктом оптимізацію динаміки за критерієм мінімуму коливальності здійснюють вибором налаштувань контурних регуляторів з посиленням електромеханічного зв’язку, що забезпечує формування механічної характеристики ЕП із СПР необхідної жорсткості. Під час виконання технологічних операцій різні режими роботи ЕП вимагають незмінності швидкості в процесі зміни навантаження, і в СПР для забезпечення нульової статичної помилки за навантаженням застосовують регулятори швидкості із пропорційно-інтегральним (ПІ) законом регулювання.



**Рис. 1. Структурна схема СПР ЕП з нульовою статичною помилкою за навантаженням у відносних одиницях**

Дослідження демпфування пружних коливань в ЕМС з нульовою статичною помилкою за навантаженням є складним завданням, тому що практично потребує під час оптимізації параметрів формування динамічної жорсткості механічної характеристики (статизм дорівнює нулю). Варіація параметрів СПР і введення в закон регулювання швидкості інтегральної складової приводять до зміни динамічної жорсткості механічної характеристики, чим розширюється можливість мінімізації коливальності ЕМС.

У процесі аналізу граничного ступеня демпфування пружних коливань саме ЕП впливом дисипативних сил у механічній частині (МЧ) знехтуємо  $-b_{12} = 0$  ( $\xi_{12} = 0$ ), тобто її властивості визначаються механічними сталими часу  $T_{M1}$ ,  $T_{M2}$  і сталою часу жорсткості передачі  $-T_C$ . Змінюючи налаштування регуляторів СПР, впливають на істотність електромеханічного зв'язку й, відповідно, на ступінь демпфувального ефекту ЕП. За відсутності в ЕМС інших, крім електродвигуна, демпфувальних елементів ступінь загасання коливань у консервативній коливальній МЧ є кількісним показником демпфувальної дії ЕП. Для визначення гранично припустимих параметрів налаштування регуляторів СПР ЕП із пружними зв'язками приймаємо  $W_{KCT}(p) = 1,0$  з огляду на допущення безінерційності контуру регулювання струму і беремо до уваги те, що при налаштуванні параметрів зі сталими інтегрування ПІ-РШ замкнений контур струму є безінерційним, а стала часу фільтра датчика швидкості – тахогенератора – мала в порівнянні зі сталою механічних коливань  $T_y = 1/\Omega_{12}$  [5-7].

Передавальні функції за координатами другої маси для впливів керування і збурення отримані з перетворень структурної схеми (рис. 1) та мають вигляд:

$$W_{10}(p) = \frac{\omega_2(p)}{\omega_0(p)} = \frac{K_{PШ}(\tau_{Ш}p + 1)}{Q(p)}, \quad (1)$$

$$W_4(p) = \frac{m_y(p)}{\omega_0(p)} = \frac{T_{M1}\tau_{Ш}p^2 + K_{PШ}\tau_{Ш}p + K_{PШ}}{Q(p)}, \quad (2)$$

де  $Q(p)$  – характеристичний поліном ЕМС із нульовою статичною помилкою за навантаженням  $m$ .

Дослідження демпфувальних властивостей ЕП здійснюються за характеристичним рівнянням з параметрами ЕМП і МП:

$$Q(p) = \gamma T_{M1}\tau_{Ш}T_y^2p^4 + \gamma\tau_{Ш}K_{PШ}T_y^2p^3 + \gamma(T_{M1}\tau_{Ш} + K_{PШ}T_y^2)p^2 + \tau_{Ш}K_{PШ}p + K_{PШ} = 0. \quad (3)$$

Виходячи із прийнятої в теорії електромеханічної взаємодії [9] процедури поділу повної ЕМС на окремі (парціальні) підсистеми, приймаємо, що власні частоти парціальних МП й ЕМП:

$$\Omega_{M0} = \frac{1}{T_y}, \quad \Omega_{E0} = \sqrt{\frac{K_{PШ}}{T_{M1}\tau_{Ш}}}. \quad (4)$$

Коефіцієнт демпфування МП за відсутності демпфувальних факторів складатиме  $\xi_{МП} = 0$ , а коефіцієнт демпфування ЕМП буде визначатися співвідношенням параметрів у вигляді:

$$\xi_D = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{K_{PШ}\tau_{Ш}}{T_{M1}}}. \quad (5)$$

Частота  $\Omega_{E0}$  (4) і коефіцієнт демпфування  $\xi_D$  (5) визначені з типової форми запису характеристичного рівняння ЕМП – ланки другого порядку:

$$Q_{EMП}(p) = T_{M1}\tau_{Ш}p^2 + \tau_{Ш}K_{PШ}p + K_{PШ} = 0. \quad (6)$$

Коефіцієнт резонансної електромеханічної взаємодії для розглянутого випадку застосування СПР із ПІ-РШ визначається залежністю:

$$K_B = \frac{\Omega_{M0}^2}{\Omega_{E0}^2} = \frac{\Omega_{12}^2}{\Omega_{E0}^2} = \frac{T_{M1}\tau_{Ш}}{K_{PШ}T_y}. \quad (7)$$

Тоді за наявності електромеханічного зв'язку ЕМП і МП взаємодіють.

Зі спільного розгляду виразів (5) і (7) одержуємо співвідношення взаємозв'язку параметрів ЕМП та МП:

$$\frac{T_{M1}}{K_{PШ}} = \frac{\sqrt{K_B}T_y}{2\xi_D}, \quad \tau_{Ш} = 2\xi_D\sqrt{K_B}T_y. \quad (8)$$

Особливо варто підкреслити оригінальність пропонування до використання у дослідженні співвідношень: вони аналітично відображають зв'язок параметрів ЕМП і МП залежно від узагальнених показників –  $K_B$  й  $\xi_d$  з відомим фізичним змістом і кількісно визначеними границями.

Підстановка узагальнених показників, що відповідають параметрам ЕМС, дозволяє одержати характеристичне рівняння ЕМС (3) у нормованому вигляді:

$$Q_0(p) = \gamma K_B T_y^4 p^4 + 2\gamma \xi_d \sqrt{K_B T_y} p^3 + \gamma(1 + K_B) T_y^2 p^2 + 2\xi_d \sqrt{K_B T_y} p + 1 = 0. \quad (9)$$

З аналізу динамічних властивостей двомасової ЕМС витікає, що при дотриманні умов істотності електромеханічної взаємодії в області припустимих значень узагальнених показників  $K_B$ ,  $\xi_d$ ,  $\gamma$  існує хоча б один екстремум – максимум загасання (мінімум коливальності) пружних електромеханічних коливань. Характер процесів при взаємодії повинен бути коливальним із загасанням протягом часу відбору енергії коливань.

Для зв'язаних підсистем корені характеристичного рівняння (9) для загального випадку коливальних перехідних процесів в ЕМС для  $1,1 < \gamma < 5,0$  мають комплектацію вигляду

$$\left. \begin{aligned} p_{1,2} &= -\delta_1 \pm j\Omega_1; \\ p_{3,4} &= -\delta_2 \pm j\Omega_2, \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

де  $\delta_1, \delta_2$  – дійсні частини коренів, які у випадку  $\delta_1 > 0$  і  $\delta_2 > 0$  визначають ступінь загасання коливальних процесів в ЕМС;

$\Omega_1, \Omega_2$  – уявні частини коренів, що характеризують нижчу ( $\Omega_1$ ) та вищу частоти ( $\Omega_2$ ) вільних коливань ЕМС із двома ступенями вільності.

Характеристичне рівняння для двох пар комплексно-сполучених коренів (9) є складеним із двох підсистем, які взаємодіють [9], тому для виявлення граничного (максимального) ступеня демпфувальної дії ЕП характеристичне рівняння набуває вигляду добутку двох взаємодіючих коливальних ланок:

$$Q(p) = (T_0^2 p^2 + 2\xi_E T_0 p + 1)(T_0^2 p^2 + 2\xi_M T_0 p + 1) = 0. \quad (11)$$

Характеристичне рівняння (11) описує в загальному випадку процес електромеханічної взаємодії підсистем із різними коефіцієнтами загасання, які заздалегідь не є відомими (для випадку неповної тотожності процесів  $\xi_E \neq \xi_M$  ( $\xi_E < 1,0$  і  $\xi_M < 1,0$ )).

Характеристичне рівняння (9) набуває вигляду (11) за наступних умов:

$$\left. \begin{aligned} \xi_E + \xi_M &= \xi_d; \\ \xi_E \xi_M &= \frac{\gamma - 1}{4}; \\ K_B &= K_0 = \gamma. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Умови отримані з перетворення системи рівнянь, складених в процесі зіставлення й прирівнювання коефіцієнтів однакових ступенів нормованого характеристичного рівняння (9) і описуючого граничну електромеханічну взаємодію характеристичного рівняння (11).

Екстремальне – максимальне – значення демпфувальної дії ЕП досягається за умови  $\xi_M = \xi_E$ , тоді коефіцієнт демпфування в ЕМС зі сталою часу  $T_0$ :

$$\left. \begin{aligned} \xi_0^* &= \xi_E = \xi_M = \frac{1}{2} \sqrt{\gamma - 1}; \\ \xi_d &= \xi_{d0} = \sqrt{\gamma - 1}; \\ T_0 &= \sqrt{\gamma} T_y. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

З метою одержання виразів для прямих оцінок динамічних показників демпфувальної дії умови (13) підставимо в еквівалентне характеристичне рівняння (11), що набуває такого вигляду:

$$(\gamma T_y^2 p^2 + \sqrt{\gamma}(\gamma - 1) T_y p + 1)(\gamma T_y^2 p^2 + \sqrt{\gamma}(\gamma - 1) T_y p + 1) = 0. \quad (14)$$

В результаті аналіз вигляду коренів рівняння (14) виявляємо, що в ЕМС зі СПР і ПІ-РШ, якщо  $1,0 < \gamma \leq 5,0$ , процеси резонансної електромеханічної взаємодії мають коливальний характер із частотою:

$$\Omega_0 = \Omega_E = \Omega_M = \frac{\sqrt{5-\gamma}}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{\gamma T_y}} = \frac{\sqrt{5-\gamma}}{2} \cdot \frac{\Omega_{12}}{\sqrt{\gamma}}, \quad (15)$$

і при максимальному коефіцієнті демпфування (13) показник коливальності набуває значення, що відповідає заявленому в завданні мінімуму:

$$\mu_0 = \mu_E = \mu_M = \sqrt{\frac{5-\gamma}{\gamma-1}}. \quad (16)$$

Підстановка значень  $K_0$  та  $\xi_{10}$  відповідно до залежностей (12) та (13) у співвідношення (8) дозволяє отримати оптимальні параметри ЕМС.

### Висновки

1. Пропоновані для практики налаштування ЕП з СПР та ПП-РШ аналітичні співвідношення (8) та (9) принципово відрізняються від багатьох відомих рекомендацій методів оптимізації параметрів ЕМС при інтерпретації дії на ЕП пружних механічних коливань з частотою  $\Omega_{12}$  або динамічному «загрубленні», оскільки враховують ефект резонансної електромеханічної взаємодії підсистем за допомогою узагальнених параметрів  $K_B$ ,  $\xi_d$ ,  $\gamma$ .

2. Всі параметри ЕМС, які характеризують той або інший варіант ЕП з мінімальною коливальністю, перебувають у взаємозв'язку, що обумовлений коефіцієнтом розподілу інерційних мас  $\gamma$ , тому при оптимізації параметрів ЕМС за критерієм мінімуму коливальності основних координат їх не можна обрати довільно, оскільки необхідними умовами досягнення максимуму демпфування в ЕМС є певна для даного  $\gamma$  величина загасання процесів в електромагнітній підсистемі  $\xi_d$  та коефіцієнт електромеханічної взаємодії  $K_B$ .

3. Якщо порівнювати отримані показники (15) та (16) системи з ПП-РШ з показниками ЕМС із П-РШ [9], то можна зробити висновок, що граничний ступінь демпфування пружних механічних коливань в астатичній системі досягається за умови частоти в  $\gamma$  раз нижче, ніж у статичній, що дозволяє значно розширити діапазон можливих при реалізації параметрів для однакової коливальності процесів.

4. Показники характеру процесів в ЕМС (15) та (16) із граничним ступенем демпфування пружних коливань можуть бути досягнуті в ЕП з СПР за умови нульової помилки за навантаженням, якщо параметри налаштування регулятора швидкості будуть відповідати співвідношенням (8) і умовам граничного демпфування (13), тобто з урахуванням  $\xi_d = 2\xi_0$  параметри ПП-РШ визначатимуться наступними залежностями:

$$K_{РШ} = \frac{2T_{М1}}{T_y} \sqrt{\frac{\gamma-1}{\gamma}}, \quad \tau_{Ш} = 2\sqrt{\gamma(\gamma-1)} \cdot T_y. \quad (17)$$

5. При проектуванні ЕМС технологічних машин у інженера з'являється можливість регламентувати електричним способом ступінь демпфування пружних механічних коливань, при цьому показники процесів граничного демпфування характеризуються коефіцієнтами загасання і частотою коливань відповідно до запропонованих співвідношень (13) та (15).

### Список використаної літератури

1. Samuelsson O. Load modulation at two locations for damping of electromechanical oscillations in a multimachine system. *Power Engineering Society Summer Meeting 2000. IEEE*. 2000. Vol. 3, P. 1912-1917. doi: 10.1109/pess.2000.868826.
2. Szabat K., Orłowska-Kowalska T. Vibration suppression in a two-mass drive system using PI Speed Controller and Additional Feedbacks. *Comparative Study IEEE Transactions on Industrial Electronics*. 2007. Vol. 54, Issue 2. P. 1193–1206.
3. Pyatibratov G. Ya. On the Use of Electromechanical Systems for Limiting Dynamic Loads in Spring Mechanisms. *Russian Electrical Engineering*. 2018. Vol. 89, Issue 1. P. 36–41.
4. Blagodarov D. A., Kostin A. A., Reznikovskiy A. M., Safonov Yu. M., Chernikov S. Yu. Development of Control Systems of Electric Drives with Flexible Mechanics. *Russian Electrical Engineering*. 2015. Vol. 86, No. 1. P. 18–21.
5. Коцегуб П. Х. Синтез вентильних приводів постійного струму. Київ: ІЗМН, 1997. 124 с.
6. Толочко О. І. Аналіз та синтез електромеханічних систем зі спостерігачами стану: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Донецьк: Норд-Прес, 2004. 298 с.
7. Марущак Я. Ю. Синтез електромеханічних систем з послідовним та паралельним керуванням. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. 208 с.
8. Попович М. Г., Борисик М. Г., Гаврилюк В. А. Теорія електроприводу. Київ: Вища шк., 1993. 494 с.
9. Задорожня І. М., Задорожній М. О. Оптимізація та взаємозв'язки параметрів двомасових електромеханічних систем [Електронний ресурс]: монографія – Електрон. текст. дані (4,5 Мб). – Краматорськ: ДДМА, 2021.

## References

1. Samuelsson, O. (2000). Load modulation at two locations for damping of electromechanical oscillations in a multimachine system. *Power Engineering Society Summer Meeting. IEEE*, Vol. 3, P. 1912-1917. doi: 10.1109/pess.2000.868826.
2. Szabat K., Orłowska-Kowalska T. (2007) Vibration suppression in a two-mass drive system using PI Speed Controller and Additional Feedbacks. *Comparative Study IEEE Transactions on Industrial Electronics*. Vol. 54, Issue 2. P. 1193–1206.
3. Pyatibratov, G. (2018) On the Use of Electromechanical Systems for Limiting Dynamic Loads in Spring Mechanisms. *Russian Electrical Engineering*. Vol. 89, Issue 1. P. 36–41.
4. Blagodarov D., Kostin A., Reznikovskiy A., Safonov Yu. & Chernikov S. (2015) Development of Control Systems of Electric Drives with Flexible Mechanics. *Russian Electrical Engineering*. Vol. 86, No. 1. P. 18–21.
5. Kotsehub, P. (1997) *SynteZ ventylnykh pryvodiv postiinoho strumu* [Synthesis of DC valve drives]. Kyiv: IZMN [in Ukrainian].
6. Tolochko, O. (2004) Analiz ta synteZ elektromekhanichnykh system zi sposterihachamy stanu: navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchykh navchalnykh zakladiv [Analysis and synthesis of electromechanical systems with state observers: a study guide for students of higher educational institutions]. Donetsk: Nord-Pres [in Ukrainian].
7. Marushhak, Ya. (2005) *SinteZ elektromekhanichnykh sistem z poslidovnim ta paralelnim keruvanniam* [Synthesis of Electromechanical systems with serial and parallel control]. L'viv, «L'vivs'ka politekhnik» Publ. [in Ukrainian].
8. Popovych, M., Borysyk, M. & Havryliuk, V. (1993) *Teoriia elektropryvodu* [Theory of electric drive]. Kyiv: Vyscha shk. [in Ukrainian].
9. Zadorozhnia, I. & Zadorozhnii M. (2021) *Optymizatsiia ta vzaiemozviazky parametriv dvomasovykh elektromekhanichnykh system* [Optimization and interrelations of parameters of two-mass electromechanical systems]. Kramatorsk : DDMA [in Ukrainian].

**В. В. КУРАК**

кандидат технічних наук, доцент,  
в.о. завідувача кафедри енергетики, електротехніки і фізики  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-4303-5671

**О. В. АНДРОНОВА**

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0001-9597-8068

**М. О. МЕЛЬНИК**

студент  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0009-0004-4675-2571

## МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ НЕОДНОРІДНОСТІ ОПРОМІНЕННЯ ПРИЙМАЛЬНОЇ ПОВЕРХНІ НА ПАРАМЕТРИ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ ПАНЕЛІ

*При оцінці вироблення енергії фотоелектричними системами важливо враховувати неоднорідність розподілу світлового потоку, що надходить до приймальної поверхні сонячних панелей. Спеціалізоване програмне забезпечення, що використовується на сьогоднішній день, здатне коректно змоделювати енергетичні показники сонячної електростанції в розрізі типового року з урахуванням затінення геліополя оточуючими макрооб'єктами. В той же час, локальні затінення, обумовлені наявністю на приймальній поверхні панелі сторонніх об'єктів або забруднень, до уваги не приймаються.*

*В даній роботі представлено блочну модель фотоелектричної панелі, що дозволяє врахувати вплив локальних затінь на генерацію енергії панеллю. В середовищі MATLAB/Simulink проведено моделювання впливу неоднорідності у надходженні потоку сонячного випромінювання до приймальної поверхні на електричні параметри сонячної панелі.*

*Показано, що при послідовній комутації фотоелектричних перетворювачів у панелі неоднорідність опромінення приймальної поверхні здатна суттєво зменшити вихідну електричну потужність, оскільки затінені сонячні елементи блокують струм в електричному колі, а для уникнення такого блокування необхідно застосувати байпас-діоди.*

*На відміну від випадку послідовного з'єднання, при послідовно-паралельній комутації фотоелектричних перетворювачів навіть повне затінення сонячного елемента в одній із паралельних гілок не спричиняє критичних наслідків щодо генерації електричної енергії сонячною панеллю. Так, при наявності у складі панелі двох паралельних гілок повне затінення фотоелектричного перетворювача в одній із них зменшує генеровану потужність удвічі в порівнянні з незатіненим випадком. По мірі зменшення затінення фотоелектричного перетворювача зростає струм в гілці, загальний струм панелі збільшується, а відповідно зростає і генерована електрична потужність.*

*Отримані результати корелюють із загальними теоретичними уявленнями та описаними в літературних джерелах закономірностями.*

**Ключові слова:** фотоелектрична панель, фотоелектричний перетворювач, потік випромінювання, неоднорідність, однодіодна схема, електричні параметри, моделювання, MATLAB/Simulink.

**V. V. KURAK**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Acting Head of the Department of Energy,  
Electrical Engineering and Physics  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-4303-5671

**O. V. ANDRONOVA**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Energy,  
Electrical Engineering and Physics  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0001-9597-8068

M. O. MELNYK

Student

Kherson National Technical University

ORCID: 0009-0004-4675-2571

## SIMULATION OF THE INFLUENCE OF IRRADIATION INHOMOGENEITY ALONG THE RECEIVING SURFACE ON PHOTOELECTRIC PANEL PARAMETERS

*When evaluating the photovoltaic systems energy yield, it is important to take into account the inhomogeneity in distribution of the light along the solar panels receiving surface. Specialized software used today is capable of correctly simulating the solar power plant energy performance in a typical year, taking into account the shading of the solar field by surrounding macro-objects. At the same time, local shading caused by the presence of extraneous objects or contaminations on the receiving surface of the panel are not taken into account.*

*In this paper a block model of a photovoltaic panel which allows taking into account the influence of local shading on the panel generation is presented. The influence of inhomogeneity of the solar radiation flux along the receiving surface on the solar panel electrical parameters is simulated using MATLAB/Simulink environment.*

*It is shown that in the case of panel with serial connected solar cells the solar radiation inhomogeneity can significantly reduce the output electric power, since the shaded solar cells block the current in the electric circuit, and bypass diodes must be used to avoid such blocking.*

*In contrast to the series connection, in the case of solar panel with mixed series-parallel wiring of solar cells complete shading of a cell in one of the parallel lines does not cause critical fall in the electrical energy generation. Thus, if the panel contains two parallel lines, the complete shading of a cell in one of the lines reduces the generated power by half compared to the unshaded case. As the solar cell shading decreases, the current in the shaded line grows that leads to increases of the total current of panel, and electricity generation of panel rises.*

*Obtained results are correlated with general theoretical concepts and regularities described in literary sources.*

**Key words:** photovoltaic panel, photovoltaic cell, radiation flux, inhomogeneity, single-diode equivalent circuit, electrical parameters, simulation, MATLAB/Simulink.

### Постановка проблеми

Вироблення енергії фотоелектричними системами суттєво залежить від умов надходження сонячної радіації до приймальної поверхні сонячних панелей. В свою чергу, кількість променистої енергії, що поглинається сонячними панелями, обумовлюється не лише географічним розташуванням системи, її просторовою орієнтацією, закономірними добовими та сезонними змінами, станом атмосфери, але й затіненням геліополя оточуючими об'єктами, локальними забрудненнями поверхні панелей, тощо.

На енергетичні показники сонячних панелей суттєво впливають і температурні фактори, що тісно пов'язані як з поточним значенням температури оточуючого середовища, так і з нагріванням фотоелектричних перетворювачів внаслідок поглинання світлового потоку та теплових ефектів від протікання електричного струму [1].

Підвищення температури панелей та просторова нерівномірність опромінення геліополя здатні суттєво зменшити електричну потужність фотоелектричних станцій, і для коректного прогнозування вироблення електричної енергії такими системами зазначені фактори потрібно враховувати під час моделювання їх роботи.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Спеціалізоване програмне забезпечення для проектування фотоелектричних систем, таке як System Advisor Model [2], PV\*SOL [3] та інші, здатне коректно змоделювати енергетичні показники роботи станції в розрізі типового року, враховуючи кліматичні дані місця її розташування та затінення геліополя. Втім, такі програми спираються на наявні бази даних обладнання фотоелектричних станцій, що унеможливає здійснення моделювання у разі використання панелей нестандартної конструкції. Окрім того, передбачається врахування затінення від оточуючих об'єктів лише щодо загальної площі геліополя, що стає перешкодою у випадку необхідності прийняття до уваги затінення конкретного фотоелектричного перетворювача панелі, наприклад, від локального забруднення.

В [4] запропоновано модель фотоелектричної панелі, побудованої в середовищі MATLAB/Simulink на основі стандартного блоку Solar Cell. Моделювання, проведене для сонячних панелей з кристалічного кремнію для стандартних умов STC, продемонструвало високе співпадіння отриманих результатів з параметрами панелей, зазначеними у їх специфікації. Втім, дана модель дозволяє реалізувати лише послідовне з'єднання фотоелектричних перетворювачів в межах панелі і не передбачає врахування впливу інтенсивності сонячного випромінювання на температуру сонячних елементів.

Реалізувати довільну електричну комутацію сонячних елементів в панелі та врахувати вплив зміни інтенсивності потоку сонячного випромінювання на температуру фотоелектричних перетворювачів можна з використанням підходу, запропонованого в [5]. В цій моделі, реалізованій у середовищі MATLAB/Simulink, панель будується з окремих блоків Solar Cell у відповідності із бажаною електричною комутацією (рис. 1). Використанням незалежних блоків констант Rad передбачено можливість підведення потоку сонячного випромінювання окремо до

кожного фотоелектричного перетворювача у складі панелі, що дозволяє реалізувати моделювання її електричних характеристик в умовах неоднорідного розподілу сонячної інсоляції по приймальній поверхні.

Для врахування впливу інтенсивності сонячного випромінювання на температуру фотоелектричних перетворювачів стандартну теплову схему блоку Solar Cell в роботі [5] доповнено блоками, що відповідають за надходження сонячної енергії до приймальної поверхні сонячного елемента та відведення тепла від нього до оточуючого середовища. Для цього використано такі блоки бібліотеки Simulink, як Controlled Heat Flow Rate Source, Temperature Source, Convective Heat Transfer, Radiative Heat Transfer та Thermal Reference (рис. 2).

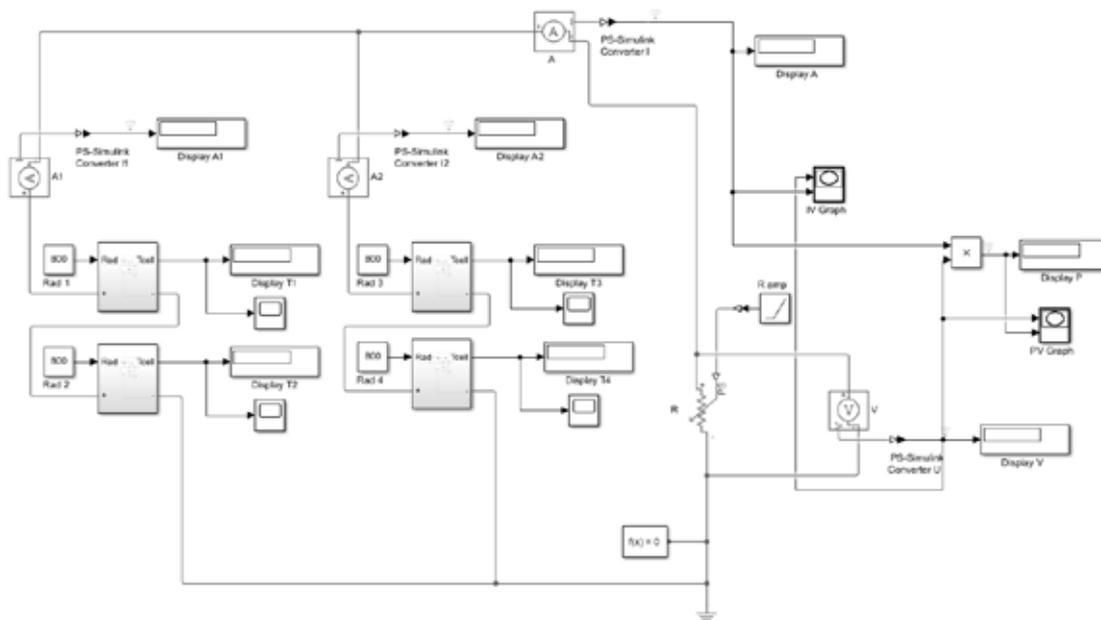


Рис. 1. Блочна модель сонячної панелі [5]

Відбиття частини сонячного випромінювання від покриття панелі та поверхні самого фотоелектричного перетворювача враховується блоком множення Panel albedo. Приймається, що відведення теплоти від фронтальної та тильної поверхні панелі в оточуюче середовище відбувається переважно конвекцією та випромінюванням.

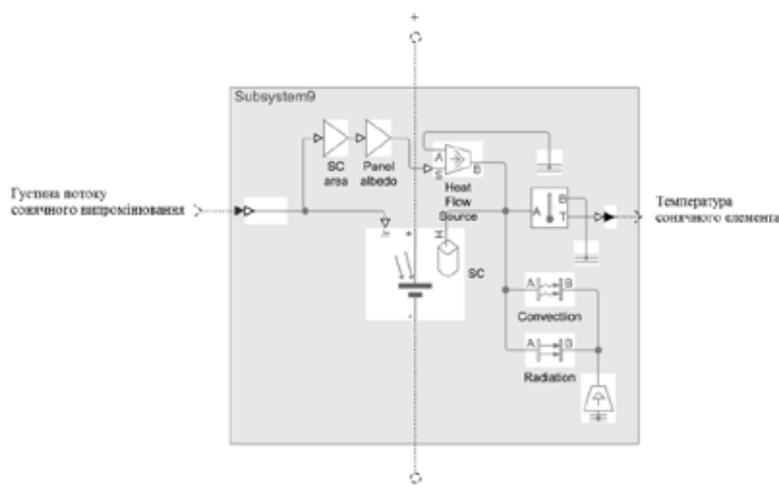


Рис. 2. Вдосконалена теплова схема блоку Solar Cell [5]

Моделювання електричних параметрів панелі LG290N1C в діапазоні актуальних для наземних сонячних електростанцій щільностей потоку сонячного випромінювання  $p$ , від  $100 \text{ Вт/м}^2$  до  $1000 \text{ Вт/м}^2$  дозволило отримати результати, розбіжність яких у порівнянні з паспортними значеннями, вказаними виробником, не перевищувала 3%, що засвідчує коректність запропонованої у [5] моделі. У зв'язку з цим дану блочну модель було обрано в якості базової для постановки подальших досліджень.

### Формулювання мети дослідження

Мета даної роботи – у середовищі MATLAB/Simulink змоделювати роботу фотоелектричної панелі в умовах неоднорідного розподілу потоку сонячного випромінювання по площі приймальної поверхні та встановити вплив неоднорідності опромінення на параметри панелі.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Моделювання світлових вольт-амперних характеристик (ВАХ) та характеристик потужності при нерівномірному надходженні сонячного випромінювання до поверхні панелі проводилось засобами MATLAB/Simulink із застосуванням принципів побудови моделі сонячної панелі, викладеними у [5]. На основі аналізу отриманих світлових ВАХ та характеристик потужності, який здійснювався за стандартною методикою [1], визначались такі параметри панелі, як: струм короткого замикання  $I_{SC}$ , напруга холостого ходу  $U_{OC}$ , максимальна електрична потужність  $P_m$ , струм  $I_m$  та напруга  $U_m$  в точці максимальної потужності.

В якості основного блоку при побудові моделі сонячної панелі використовувався блок Solar Cell у наближенні однокспоненційного рівняння світлової ВАХ фотоелектричного перетворювача [6], яке відповідає однодіодній еквівалентній схемі:

$$I = I_L - I_s \cdot \left[ e^{\frac{q_e(U+IR_s)}{AkT}} - 1 \right] - \frac{U + IR_s}{R_p}, \quad (1)$$

де  $I$  – струм фотоелектричного перетворювача;

$U$  – напруга на фотоелектричному перетворювачі;

$I_L$  – величина фотоструму;

$I_s$  – струм насичення діоду;

$A$  – коефіцієнт якості діоду;

$k$  – постійна Больцмана;

$q_e$  – елементарний заряд;

$T$  – абсолютна температура фотоелектричного перетворювача;

$R_s$  – внутрішній послідовний опір фотоелектричного перетворювача;

$R_p$  – шунтуючий опір фотоелектричного перетворювача.

Оскільки шунтуючий опір фотоелектричних перетворювачів  $R_p$  зазвичай на декілька порядків більший за послідовний  $R_s$ , то рівняння (1) спрощується і приймає вигляд:

$$I = I_L - I_s \cdot \left[ e^{\frac{q_e(U+IR_s)}{AkT}} - 1 \right]. \quad (2)$$

Враховуючи, що фотострум  $I_L$  приблизно дорівнює струму короткого замикання  $I_{SC}$  [6], для однозначного визначення світлової ВАХ при заданому рівні сонячної інсоляції та температурі достатньо задати для кожного з фотоелектричних перетворювачів панелі наступні його параметри:  $I_{SC} \approx I_L$ ,  $I_s$ ,  $R_s$  та  $A$ . Втім, значення струму насичення діоду можна визначити і за напругою холостого ходу, поклавши в рівнянні (2) значення струму  $I = 0$ :

$$I_s = I_{SC} \cdot \left[ e^{\frac{q_e U_{OC}}{AkT}} - 1 \right]^{-1}. \quad (3)$$

Отже, світлова ВАХ фотоелектричного перетворювача при фіксованих світловому потоці та температурі повністю задається такими його параметрами, як струм короткого замикання  $I_{SC}$ , напруга холостого ходу  $U_{OC}$ , внутрішній послідовний опір  $R_s$  та коефіцієнт якості діоду  $A$ .

На світлову ВАХ фотоелектричних перетворювачів суттєво впливає інтенсивність сонячного випромінювання і температура. Так, залежність фотоструму  $I_L$  від щільності потоку сонячного випромінювання  $p_r$  є лінійною і записується у вигляді:

$$I_L = I_{L0} \cdot \left( \frac{p_r}{p_{r0}} \right), \quad (4)$$

де  $I_{L0}$  – фотострум при щільності світлового потоку  $p_{r0}$ .

Втім, величина фотоструму залежить і від температури фотоелектричного перетворювача  $T$ : з підвищенням температури фотострум збільшується, що пов'язано зі зменшенням ширини забороненої зони напівпровідника. Ця залежність є лінійною і може бути записана у вигляді:

$$I_L(T) = I_L(T_m) \cdot [1 + \alpha_I \cdot (T - T_m)], \quad (5)$$

де  $I_L(T_m)$  – фотострум при температурі  $T_m$ ;

$\alpha_I$  – температурний коефіцієнт струму.

Температурна залежність струму насичення діоду задається рівнянням:

$$I_s(T) = I_s(T_m) \cdot \left(\frac{T}{T_m}\right)^{\frac{m_{Is}}{A}} \cdot e^{-\frac{q_c E_g (T - T_m)}{AkT}} \quad (6)$$

де  $I_s(T_m)$  – струм насичення при температурі  $T_m$  ;

$m_{Is}$  – температурний показник струму насичення;

$E_g$  – ширина забороненої зони напівпровідника.

Моделювання проводилось на прикладі фотоелектричних перетворювачів сонячної панелі LG290N1C [7]. Для цього за методикою, описаною в [4], визначались параметри окремих фотоелектричних перетворювачів, виходячи з паспортних параметрів панелі, наведених для умов STC. Параметри сонячних елементів панелі LG290N1C, що використовувались в якості вхідних даних під час моделювання, наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Параметри фотоелектричних перетворювачів панелі LG290N1C в умовах STC

$I_{sc}, A$	$U_{oc}, B$	$R_s, Ом$	$A$
9,8	0,653	0,0053	1,204

Проводилось моделювання впливу неоднорідного опромінення приймальної поверхні на параметри панелі, що складається з чотирьох фотоелектричних перетворювачів. Розглянуто випадки послідовної (рис. 3) та змішаної (послідовно-паралельної) комутації сонячних елементів в панелі (рис. 1).

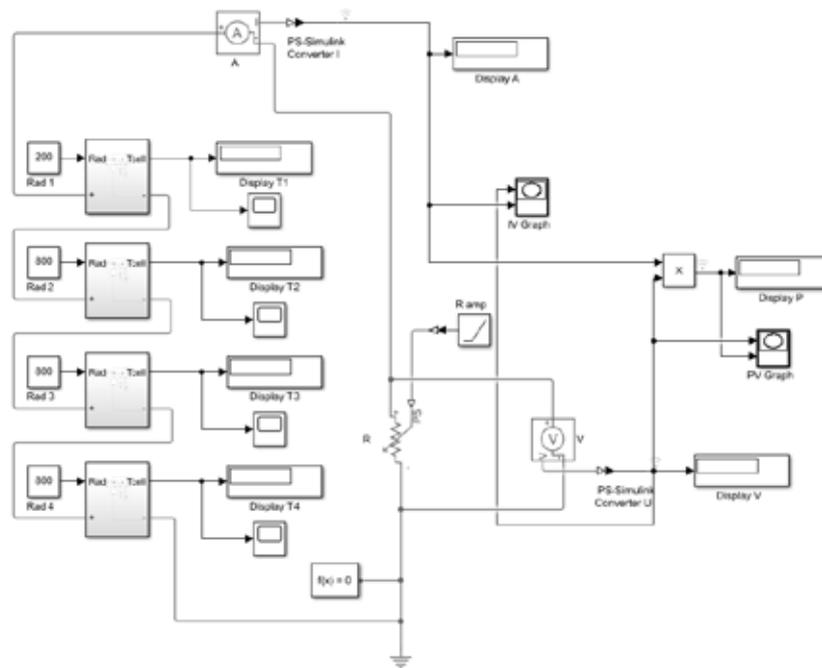


Рис. 3. Блочна модель сонячної панелі з послідовною комутацією фотоелектричних перетворювачів

Неоднорідність опромінення приймальної поверхні панелі задавалась шляхом зміни щільності потоку сонячної радіації, що надходить до фотоелектричного перетворювача з номером 1 (блок констант Rad 1), в діапазоні від 0 до 800 Вт/м<sup>2</sup>. Інші фотоелектричні перетворювачі панелі вважались не затіненими, і щільність потоку сонячного випромінювання для них задавалась у блоках Rad 2 – Rad 4 на рівні 800 Вт/м<sup>2</sup>. Температура оточуючого середовища приймалась такою, що дорівнює 20 °С.

Результати моделювання параметрів панелі з чотирьох послідовно з'єднаних фотоелектричних перетворювачів представлено в табл. 2. На рис. 4–5 наведено графічні залежності параметрів цієї панелі від щільності потоку сонячного випромінювання  $p_r$ , що надходить до першого фотоелектричного перетворювача. Значення  $p_r = 800$  Вт/м<sup>2</sup> відповідає однорідному надходженню світлового потоку до всієї приймальної поверхні панелі, тобто випадку відсутності затінення.

Таблиця 2

Параметри панелі з послідовною комутацією фотоелектричних перетворювачів при затіненні та без затінення

$p_r$ , Вт/м <sup>2</sup>	$I_{SC}$ , А	$U_{OC}$ , В	$I_m$ , А	$U_m$ , В	$P_m$ , Вт
50	0,489	2,348	0,484	2,243	1,085
100	0,979	2,369	0,968	2,244	2,172
150	1,470	2,378	1,453	2,237	3,250
200	1,961	2,383	1,938	2,227	4,316
800	7,889	2,375	7,443	1,965	14,624

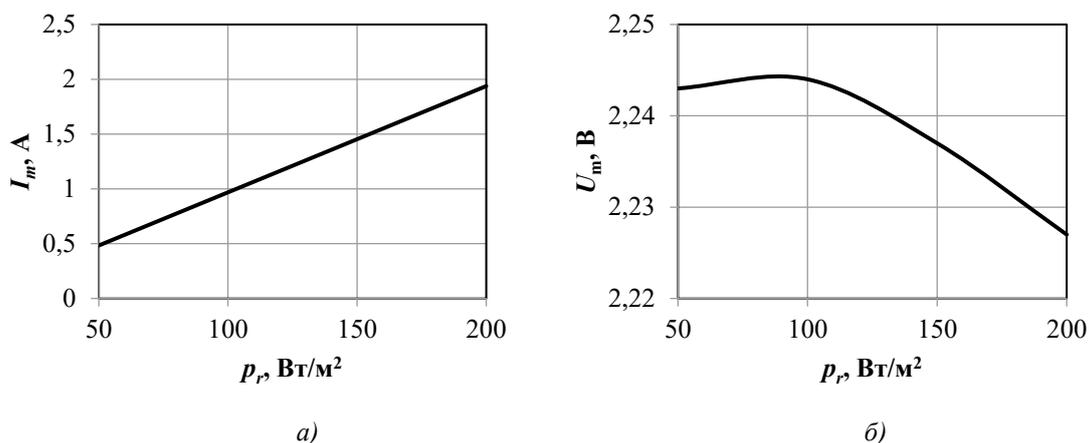


Рис. 4. Залежність струму (а) та напруги (б) в точці максимальної потужності від щільності світлового потоку на затіненому елементі панелі при послідовній електричній комутації

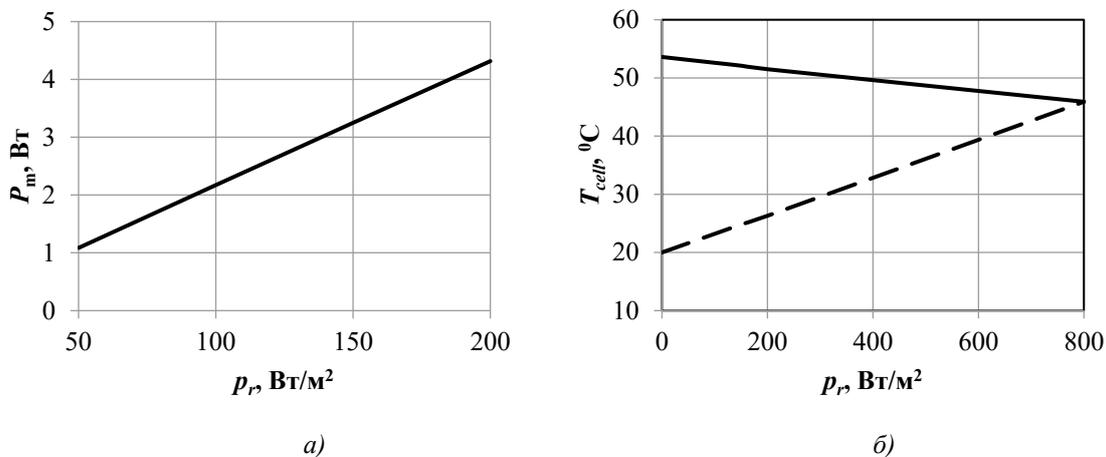


Рис. 5. Залежність максимальної електричної потужності панелі (а) та температур (б) затіненого (штрихова лінія) та незатіненних (суцільна лінія) фотоелектричних перетворювачів від щільності світлового потоку на затіненому елементі при послідовній комутації

Як видно з аналізу результатів моделювання, струм в точці максимальної потужності  $I_m$  (рис. 4, а) та максимальна потужність панелі  $P_m$  (рис. 5, а) практично лінійно зменшуються зі зменшенням інтенсивності світлового потоку на затіненому фотоелектричному перетворювачі. В той же час, напруга, що відповідає точці максимальної потужності  $U_m$ , демонструє максимум поблизу щільності потоку сонячного випромінювання 100 Вт/м<sup>2</sup> (рис. 4, б). Це пояснюється спільною дією температурних та радіаційних факторів, зокрема, перерозподілом по мірі зменшення  $p_r$  внеску в загальну напругу панелі затіненого та незатіненних фотоелектричних перетворювачів, що мають різні температури (рис. 5, б).

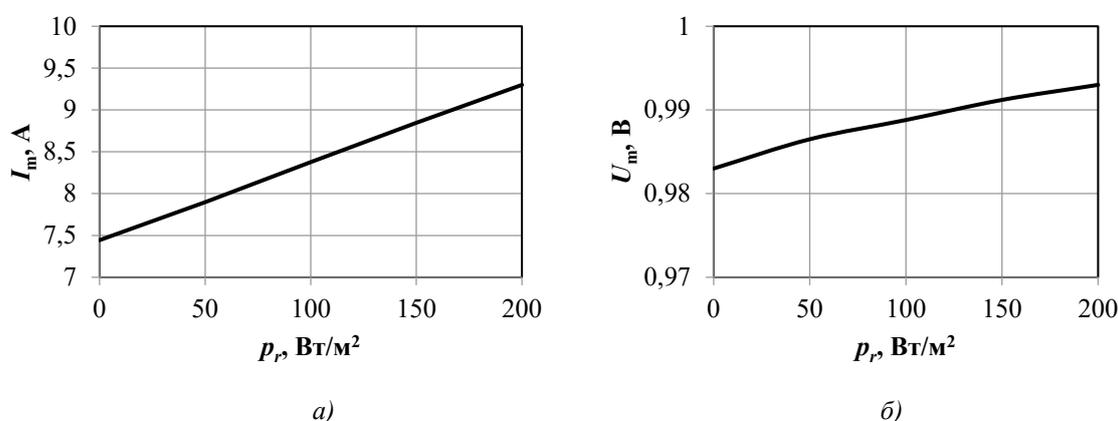
Отримані результати моделювання підтверджують той факт, що при послідовній комутації неоднорідність опромінення приймальної поверхні панелі здатна суттєво погіршити вихідну електричну потужність, оскільки затінені фотоелектричні перетворювачі блокують струм в електричному колі. Це викликає необхідність застосування байпас-діодів, підключених паралельно до кожного фотоелектричного перетворювача або їх групи.

В табл. 3 та на рис. 6 – 7 представлені результати моделювання для випадку змішаної електричної комутації фотоелектричних перетворювачів в панелі при різних щільностях потоку сонячного випромінювання, що надходять на перший елемент (рис. 1).

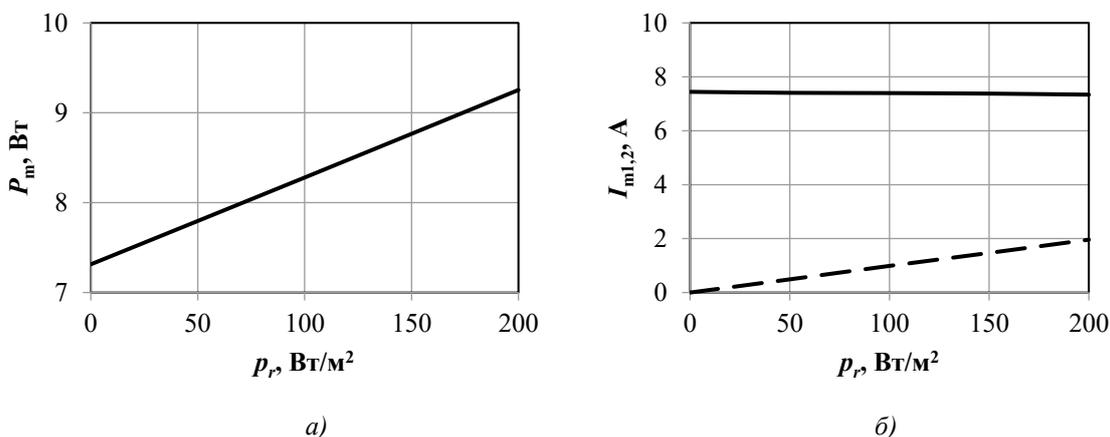
Таблиця 3

**Параметри панелі зі змішаною комутацією фотоелектричних перетворювачів при затіненні та без затінення**

$p_r$ , Вт/м <sup>2</sup>	$I_{sc}$ , А	$U_{oc}$ , В	$I_m$ , А	$U_m$ , В	$P_m$ , Вт
0	7,889	1,183	7,444	0,983	7,314
50	8,378	1,187	7,897	0,987	7,796
100	8,868	1,190	8,377	0,989	8,279
150	9,359	1,192	8,847	0,991	8,766
200	9,850	1,193	9,301	0,993	9,254
800	15,777	1,190	14,889	0,983	14,631



**Рис. 6. Залежність результуючого струму (а) та напруги (б) в точці максимальної потужності від щільності світлового потоку на затіненому елементі панелі при змішаній електричній комутації**



**Рис. 7. Залежність максимальної електричної потужності панелі (а) та струмів (б) у гілці із затіненим елементом (штрихова лінія) та незатіненій гілці (суцільна лінія) від щільності світлового потоку на затіненому елементі**

Аналіз наведених результатів моделювання показує, що при наявності в панелі паралельних гілок навіть повне затінення фотоелектричного перетворювача в одній із них не блокує генерацію. Відбувається блокування лише гілки із затіненим перетворювачем, в той час як інші гілки продовжують генерувати струм у коло навантаження (рис. 7, б). Потужність панелі при цьому зменшується пропорційно кількості гілок, що мають затінений елемент. Це вказує на певні переваги застосування паралельного з'єднання фотоелектричних перетворювачів в панелі, що і реалізується в технології Half Cell.

По мірі збільшення щільності потоку сонячного випромінювання  $p_r$  зростає і струм у гілці, загальний струм панелі збільшується, а разом з ним, і генерована електрична потужність.

#### Висновки

З використанням середовища MATLAB/Simulink проведено моделювання впливу неоднорідності надходження сонячної радіації до приймальної поверхні на параметри фотоелектричної панелі.

Показано, що при послідовній комутації фотоелектричних перетворювачів зменшення надходження сонячного випромінювання на поверхню навіть одного з них є критичним і призводить до суттєвого падіння вироблення електричної енергії панеллю, а при повному затіненні відбудеться блокування генерації, що викликає необхідність застосування байпас-діодів в конструкції таких панелей.

При послідовно-паралельній комутації фотоелектричних перетворювачів навіть повне затінення сонячного елемента в одній із гілок не спричиняє критичних наслідків щодо генерації електричної потужності сонячною панеллю в цілому. Так, при наявності у складі панелі двох паралельних гілок повне затінення фотоелектричного перетворювача в одній із них зменшує генеровану потужність удвічі в порівнянні з незатіненим випадком. По мірі зменшення затінення фотоелектричного перетворювача зростає струм в гілці, загальний струм панелі збільшується, а відповідно зростає і генерована електрична потужність. Результати моделювання корелюють з описаними в літературних джерелах закономірностями, що вказує на коректність використаної моделі.

#### Список використаної літератури

1. Фолькер К. Системы возобновляемых источников энергии / К. Фолькер. Астана: Фолиант, 2013. 432 с.
2. System Advisor Model (SAM) [Електронний ресурс] / NREL [Сайт]. Режим доступу: <https://sam.nrel.gov/> (дата звернення: 24.05.23). Назва з екрану.
3. PV\*SOL premium [Електронний ресурс] / VALENTIN software [Сайт]. Режим доступу: <https://valentin-software.com/en/products/pvsol-premium/> (дата звернення: 24.05.23). – Назва з екрану.
4. Андропова О.В. Моделювання роботи фотоелектричних панелей з використанням середовища MATLAB/Simulink / О.В. Андропова, В.В. Курак, Н.Л. Дон. Вісник ХНТУ. 2021. № 3(78). С. 11-19. DOI: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2021.3.1>
5. Курак В.В. Моделювання впливу інтенсивності сонячного опромінення на параметри фотоелектричної панелі / В.В. Курак, М.О. Мельник. Матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених з автоматичного управління присвяченої Дню ракетно-космічної галузі України: Збірник наукових праць, 12 квітня 2023 р., Херсон-Хмельницький / Херсонський нац. техн. ун-т [та ін.]. Херсон-Хмельницький: Видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2023. С. 117-119.
6. Курак В.В. Експериментальне визначення потоку сонячного випромінювання із застосуванням паспортних параметрів модуля фотоелектричних перетворювачів/ В.В. Курак, О.В. Андропова. Вісник ХНТУ. 2021. № 1(76). С. 35-42. DOI: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2021.1.4>
7. LG290N1C-G3. Product Specifications [Electronic resource]. Режим доступу: <https://eclass.duth.gr/modules/> (дата звернення: 4.11.20). Назва з екрану.

#### References

1. Folker K. (2013) *Sistemy vozobnovljaemyh istochnikov energii* [Renewable energy systems]. Astana, Foliant Publ., 432 p.
2. System Advisor Model (SAM). Available at: <https://sam.nrel.gov/> (accessed 24 May 2023).
3. PV\*SOL premium. Available at: <https://valentin-software.com/en/products/pvsol-premium/> (accessed 24 May 2023).
4. Andronova O.V., Kurak V. V., Don N.L. (2021) Simulation of photovoltaic panels operation using MATLAB/Simulink. *Visnyk KNTU*, no.3 (78), pp. 11-19. DOI: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2021.3.1>
5. Kurak V.V. Melnyk M.O. (2023) Modeluvannya vplyvu intensyvnosti sonyachnoho oprominennya na parametry fotoelektrychnoyi paneli [Simulation of the influence of solar radiation intensity on photoelectrical panel parameters]. *Materialy X Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi zdobuvachiv vyshchoyi osvity ta molodyh vchenykh z avtomatychnoho upravlinnya prysvyachenoyi Dnyu raketno-cosmichnoyi halusi Ukrainy* [Abstracts of 10th Ukrainian Sci. and Pract. Conf. of Graduates of Higher Education and Young Scientists on Automatic Control Dedicated to the Day of the Missile and Space Industry of Ukraine]. Kherson- Khmelnytskyi, pp. 117-119.
6. Kurak V.V., Andronova O.V. (2021) Experimental determination of the solar radiation flux using passport parameters of the photovoltaic module. *Visnyk KNTU*, no. 1 (76), pp. 35-42. DOI: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2021.1.4>
7. LG290N1C-G3. Product Specifications. Available at: <https://eclass.duth.gr/modules/> (accessed 4 November 2020).

М. І. КУЧМА

кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
доцент кафедри вищої математики

Національний університет «Львівська політехніка»

ORCID: 0000-0002-5563-3847

## РЕГУЛЯРИЗАЦІЯ І ФАКТОРИЗАЦІЯ ПОЛІНОМНИХ МАТРИЦЬ ЛОРАНА

За останні десятиріччя поліноміальні матриці Лорана та їхні факторизації мають багато потенційних застосувань в галузі систем керування та автоматичного керування, теорії керованих систем скінченного стану, теорії відтворення образів і теорії пристроїв передачі даних. Ці матриці використовуються для опису згорткового процесу змішування, який відбувається, наприклад, коли набір сигналів надходить до масиву датчиків за кількома трактами. Вивчення факторизації поліноміальних матриць Лорана є актуальним, і застосовується у багатоканальній обробці сигналів. Ефективні алгебраїчні алгоритми, які базуються на елементарних перетвореннях поліноміальних матриць Лорана та їх факторизаціях, дозволяють здійснити повний аналіз динаміки системи. Багато задач в області цифрової обробки сигналів і зв'язку можна перетворити також на алгебраїчні задачі поліноміальних кілець Лорана, і вони можуть бути розв'язані за допомогою існуючих алгебраїчних методів.

У статті розглянуто задачу про регуляризацію поліноміальних матриць Лорана та отримано необхідні і достатні умови регуляризації таких матриць. Цей результат використовується для дослідження питання факторизації поліноміальних матриць над кільцем Лорана. Отримано критерій факторизації поліноміальних матриць над кільцем Лорана із регулярним множником з наперед заданою формою Сміта. Запропоновано метод побудови регуляризації і факторизації матриць над поліноміальним кільцем Лорана і наведено приклади регуляризації і факторизації матриць над кільцем Лорана.

**Ключові слова:** регулярна поліноміальна матриця Лорана, верхній і нижній степені поліноміальної матриці Лорана, регуляризація і факторизація поліноміальної матриці Лорана, канонічна форма Сміта, значення матриці на системі коренів діагональних елементів, матричне рівняння.

М. І. KUCHMA

Ph.D., Associate Professor,

Associate Professor at the Department of Mathematics

Lviv Polytechnic National University

ORCID: 0000-0002-5563-3847

## REGULARIZATION AND FACTORIZATION OF LAURENT POLYNOMIAL MATRICES

In recent decades, the Laurent polynomial matrices and their factorizations have many potential applications in the fields of control and automatic control systems, theory of finite-state controlled systems, theory of image reproduction, and theory of data transmission devices. These matrices are used to describe the convolutional mixing process that occurs, for example, when a set of signals arrives at a sensor array over multiple paths. The study of factorizations of Laurent polynomial matrices is relevant and is used in multi-channel signal processing. Effective algebraic algorithms, which are based on elementary transformations of Laurent polynomial matrices and their factorizations, allow a complete analysis of system dynamics. Many problems in the field of digital signal processing and communication can also be transformed into algebraic problems of polynomial Laurent rings, and they can be solved using existing algebraic methods.

The article considers the problem of regularization of the Laurent polynomial matrices and obtains the necessary and sufficient conditions for the regularization of such matrices. This result is used to study the factorization of polynomial matrices over the Laurent ring. A criterion for the factorization of polynomial matrices over the Laurent ring with a regular factor with a predetermined Smith form is obtained. A method of constructing matrix regularization and factorization over the Laurent ring of polynomials is proposed, and examples of matrix regularization and factorization over the Laurent ring are given.

**Key words:** regular Laurent polynomial matrix, the upper and lower degrees of the Laurent polynomial matrix, regularization and factorization of the Laurent polynomial matrix, Smith normal form, matrix values on the system of roots of diagonal elements, matrix equation.

## Постановка проблеми

Нехай  $M_n(\mathbf{F}[x])$  і  $M_n(\mathbf{F}[x, x^{-1}])$  – кільце поліноміальних  $n \times n$  матриць і кільце поліноміальних  $n \times n$  матриць Лорана (кільце квазіполіномів) відповідно, а  $GL_n(\mathbf{F}[x])$  і  $GL_n(\mathbf{F}[x, x^{-1}])$  їхні відповідні групи оборотних елементів.

**Означення 1.** Верхнім і нижнім степенем поліноміальної матриці Лорана  $A(x)$  вигляду  $A(x) = A_{-l}x^{-l} + \dots + A_0 + \dots + A_mx^m$ ,  $A_i \in M_n(\mathbf{F})$  називають відповідно числа  $m = \deg A(x)$ , якщо  $A_m \neq 0$ , і  $-l = \deg A(x) = -\overline{\deg A(x^{-1})}$ , якщо  $A_{-l} \neq 0$ , де  $0$  – нульова матриця.

Степенем поліноміальної матриці Лорана  $A(x)$  називають число  $\deg A(x) = \overline{\deg A(x)} - \underline{\deg A(x)}$ , тобто  $s = m + l$ .

**Означення 2.** Поліноміальну матрицю Лорана  $A(x) = \sum_{i=-l}^m A_i x^i$ ,  $A_i \in M_n(\mathbf{F})$  називають *регулярною*, якщо  $\det A_{-l} \neq 0$ ,  $\det A_m \neq 0$ . Якщо матричний коефіцієнт  $A_m = E$  ( $E$  – одинична матриця розміру  $n \times n$ ), то матрицю  $A(x)$  називають *унітальною*.

Метою роботи є дослідити питання регуляризації поліноміальних матриць над кільцем Лорана та використати отримані результати в розв’язанні проблеми факторизації для таких матриць. Інакше кажучи, встановити умови виділення регулярного множника з наперед заданою формою Сміта із неособливої поліноміальної матриці Лорана.

Завдяки введеному поняттю значення матриці на системі коренів діагональних елементів у [1] значно спрощується процес встановлення умов регуляризації матричного полінома та факторизації поліноміальної матриці Лорана.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

У праці [2] введено поняття напівскалярної еквівалентності поліноміальних матриць максимального рангу над алгебраїчно замкнутим полем  $\mathbf{F}$  характеристики  $0$  (зокрема, поле комплексних чисел  $\mathbf{C}$ ) і встановлена там нижня трикутна форма матриць зіграли важливу роль у побудові теорії розкладності матричних поліномів на множники. Ці результати пізніше були узагальнені для поліноміальних матриць над довільним полем  $\mathbf{F}$  [3, 4], і була встановлена так звана стандартна форма пар матриць відносно узагальненої еквівалентності [4, 5]. У роботі [6] доведено факт напівскалярної еквівалентності поліноміальних матриць над кільцем Лорана, а в [7] досліджено умови існування симетричної еквівалентності для симетричних матричних поліномів над кільцем з інволюцією.

Зауважимо, що подібна форма для однієї поліноміальної матриці над нескінченним полем з відповідною пра-вою напівскалярною еквівалентністю матриць була отримана в [8].

### Формування мети дослідження

Метою даної роботи є дослідження поліноміальних матриць та їх факторизацій над кільцем Лорана; отримання необхідних і достатніх умов регуляризації та факторизації таких матриць. Також вказати ефективний метод регуляризації та факторизації поліноміальних матриць Лорана.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Позначимо через  $S_A(x)$  канонічну форму Сміта поліноміальної матриці  $A(x) \in M_n(\mathbf{F}[x, x^{-1}])$ :

$$S_A(x) = P(x)A(x)Q(x) = \text{diag}(\varepsilon_1(x), \varepsilon_2(x), \dots, \varepsilon_n(x)). \tag{1}$$

Доведемо теорему про регуляризацію поліноміальної матриці Лорана  $A(x)$  в термінах значення матриці на системі коренів елементів діагональної матриці [1].

**Означення 3** ([1]). *Значенням матриці  $G(x)$  на системі коренів елементів діагональної матриці  $\Phi(x) = \text{diag}(\phi_1(x), \phi_2(x), \dots, \phi_n(x))$  називають матрицю вигляду*

$$M_{G(x)}(\Phi) = \begin{bmatrix} M_{g_1(x)}(\phi_1) \\ M_{g_2(x)}(\phi_2) \\ \dots \\ M_{g_n(x)}(\phi_n) \end{bmatrix},$$

де  $M_{g_i(x)}(\phi_i)$  – значення поліноміальної матриці на системі коренів полінома

$$\phi_i(x) = (x - \alpha_1)^{s_1} (x - \alpha_2)^{s_2} \dots (x - \alpha_m)^{s_m},$$

введене в [1] так:

$$M_{g_i(x)}(\phi_i) = \begin{bmatrix} H_1 \\ H_2 \\ \dots \\ H_m \end{bmatrix}, \quad H_k = \begin{bmatrix} g_i(\alpha_k) \\ g_i'(\alpha_k) \\ \dots \\ g_i^{(s_k-1)}(\alpha_k) \end{bmatrix},$$

де  $g_i^{(j)}(x)$  – похідні порядку  $j$  від матриці  $g_i(x)$ .

Це означення буде вірним і для випадку поліноміальних матриць Лорана  $G(x)$  і  $\Phi(x)$ , зважаючи на те, що елементи вигляду  $x^j$  є оборотними в кільці  $\mathbf{F}[x, x^{-1}]$ .

**Означення 4** ([9, 10]). Діагональну матрицю

$$\Phi(x) = \text{diag}(\phi_1(x), \phi_2(x), \dots, \phi_n(x))$$

називають *d*-матрицею, якщо  $\phi_i(x) \mid \phi_{i+1}(x)$ ,  $i = 1, \dots, n$ .

**Теорема 1.** Нехай матриця  $A(x) \in M_n(\mathbf{F}[x, x^{-1}])$  має форму Сміта  $S_A(x)$ . Для матриці  $A(x)$  існує оборотна  $R(x)$  над  $\mathbf{F}[x, x^{-1}]$  така, що матриця  $A(x)R(x)$  є регулярною степеня  $s$  тоді і тільки тоді, коли

- 1)  $\deg \det S_A(x) = ns$ ,
- 2)  $\det M_{P(x) \parallel Ex^{-s+1}, \dots, Ex^{-1}, E} (S_A) \neq 0$ , (2)

де матриця  $P(x) \in GL_n(\mathbf{F}[x, x^{-1}])$  із співвідношення (1).

**Доведення. Необхідність.** Нехай  $A(x)$  регуляризується справа, тобто зображається у вигляді

$$A(x) = (A_{-s_1}x^{-s_1} + \dots + A_0 + \dots + A_{s_2}x^{s_2})R(x)^{-1}, \tag{3}$$

де  $R(x) \in GL_n(\mathbf{F}[x, x^{-1}])$ ,  $s_1 + s_2 = s$  – степінь поліноміальної матриці Лорана  $A(x)R(x)$ .

Якщо справджується (3), то очевидно, що існують матриці  $N_1, N_2, \dots, N_s$  над  $\mathbf{F}$  такі, що

$$A(x) = (Ex^{-s_1} - N_1x^{-s_1+1} - \dots - N_sx^{s_2})x^{-s_2}x^{s_2}R_1(x),$$

де  $R_1(x) = A_{-s_1}R(x)^{-1}$  оборотна над  $\mathbf{F}[x, x^{-1}]$  матриця. Зважаючи, що  $Ex^{\pm s}$  оборотні над  $\mathbf{F}[x, x^{-1}]$  матриці, маємо

$$A(x) = (Ex^{-s} - N_1x^{-s+1} - \dots - N_{s-1}x^{-1} - N_s)R_2(x),$$

де  $R_2(x) = x^{s_2}R_1(x) \in GL_n(\mathbf{F}[x, x^{-1}])$ .

Домножуючи  $A(x)$  зліва на  $P(x)$  із співвідношення (1) і зважаючи, що  $P(x)A(x) = S_A(x)Q(x)^{-1}$ , отримаємо

$$P(x)(Ex^{-s} - N_1x^{-s+1} - \dots - N_{s-1}x^{-1} - N_s) = S_A(x)Q(x)^{-1}R_2(x)^{-1}$$

або

$$\| P(x)x^{-s}, -P(x)x^{-s+1}, \dots, -P(x)x^{-1}, -P(x) \| \begin{bmatrix} E \\ N_1 \\ \vdots \\ N_s \end{bmatrix} = S_A(x)Q_1(x),$$

де  $Q_1(x) = Q(x)^{-1}R_2(x)^{-1} \in GL_n(\mathbf{F}[x, x^{-1}])$ .

Беручи певну кількість похідних у лівій і правій частинах останньої рівності (яка залежить від кратності коренів елементів діагональної матриці  $S_A(x)$ ) і враховуючи означення 3), одержимо матричну рівність

$$M_{P(x)x^{-s}}(S_A) - M_{P(x) \parallel Ex^{-s+1}, \dots, Ex^{-1}, E} (S_A) \begin{bmatrix} N_1 \\ \vdots \\ N_s \end{bmatrix} = 0.$$

Це означає, що лінійне неоднорідне матричне рівняння

$$\left[ M_{P(x) \parallel Ex^{-s+1}, \dots, Ex^{-1}, E} (S_A) \right] \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_s \end{bmatrix} = M_{P(x)x^{-s}}(S_A),$$

де  $X_1, X_2, \dots, X_s$  – невідомі матриці порядку  $n$ , має розв’язок.

Розв’язок  $\begin{bmatrix} N_1 \\ \vdots \\ N_s \end{bmatrix}$  відмінний від нуля ( $\det N_s \neq 0$ ) і визначається однозначно  $S_A(x)$  та  $R(x)$ . Отже, виконується умова (2).

**Достатність.** Нехай для поліноміальної матриці Лорана  $A(x)$  існують матриці  $P(x), Q(x) \in GL_n(\mathbf{F}[x, x^{-1}])$  такі, що виконується (1), тобто  $A(x) = P(x)^{-1}S_A(x)Q(x)^{-1}$ . Умова (2) означає, що матриця  $P(x)^{-1}S_A(x)$  регуляризується справа, тобто існує матриця  $Z(x) \in GL_n(\mathbf{F}[x, x^{-1}])$  така, що  $P(x)^{-1}S_A(x)Z(x) = B(x)$  є регулярною над  $\mathbf{F}[x, x^{-1}]$  матрицею степеня  $s$ .

Тоді із співвідношення (1) маємо, що  $A(x)R(x) = B(x)$ , де  $R(x) = Q(x)Z(x)$  оборотна над  $\mathbf{F}[x, x^{-1}]$  матриця.

Теорему доведено.

**Теорема 2.** Поліноміальна матриця Лорана  $A(x)$  регуляризується справа однозначно.

**Доведення.** Нехай матриця  $A(x)$  регуляризується справа, причому не єдиним чином. Тоді для  $A(x)$  існують матриці  $R_1(x), R_2(x) \in GL_n(\mathbf{F}[x, x^{-1}])$  такі, що

$$A(x) = (A_{-s_1}^{(1)}x^{-s_1} + \dots + A_0^{(1)} + \dots + A_{s_2}^{(1)}x^{s_2})R_1(x)^{-1} \quad (4)$$

і

$$A(x) = (A_{-s_1}^{(2)}x^{-s_1} + \dots + A_0^{(2)} + \dots + A_{s_2}^{(2)}x^{s_2})R_2(x)^{-1}. \quad (5)$$

Якщо справджуються (4) і (5), то існують матриці  $N_1, N_2, \dots, N_s \in M_n(\mathbf{F})$  і  $H_1, H_2, \dots, H_s \in M_n(\mathbf{F})$  такі, що

$$A(x) = (Ex^{-s} - N_1x^{-s+1} - \dots - N_s) \tilde{R}_1(x)$$

і

$$A(x) = (Ex^{-s} - H_1x^{-s+1} - \dots - H_s) \tilde{R}_2(x),$$

де матриці  $R_i(x) = x^{s_2} A_{-s_1}^{(i)} R_i(x)^{-1} \in GL_n(\mathbf{F}[x, x^{-1}])$ ,  $i = 1, 2$ .

Враховуючи теорему 1, отримаємо лінійні неоднорідні матричні рівняння

$$M_{P(x) \| Ex^{-s+1}, \dots, Ex^{-1}, E} (S_A) \begin{bmatrix} N_1 \\ \vdots \\ N_s \end{bmatrix} = M_{P(x)x^{-s}} (S_A) \quad (6)$$

і

$$M_{P(x) \| Ex^{-s+1}, \dots, Ex^{-1}, E} (S_A) \begin{bmatrix} H_1 \\ \vdots \\ H_s \end{bmatrix} = M_{P(x)x^{-s}} (S_A), \quad (7)$$

розв'язками яких є матриці  $N_1, N_2, \dots, N_s$  і  $H_1, H_2, \dots, H_s$  відповідно.

Віднімаючи відповідно ліві і праві частини рівнянь (6) і (7), одержуємо однорідне матричне рівняння, в якому  $\det M_{P(x) \| Ex^{-s+1}, \dots, Ex^{-1}, E} (S_A) \neq 0$ . Це означає, що матриці  $N_i = H_i$ ,  $i = 1, \dots, s$ .

Теорему доведено.

**Означення 5.** Умову (2) називають *умовою регуляризації* поліноміальної матриці Лорана.

На підставі теореми 1 отримуємо метод знаходження коефіцієнтів регулярного множника, що виділяється.

Матричні коефіцієнти  $N_1, N_2, \dots, N_s$  регулярного множника

$$B(x) = Ex^{-s} - N_1x^{-s+1} - \dots - N_s$$

знаходимо за формулою:

$$\begin{bmatrix} N_1 \\ \vdots \\ N_s \end{bmatrix} = [M_{P(x) \| Ex^{-s+1}, \dots, Ex^{-1}, E} (S_A)]^{-1} \cdot M_{P(x)x^{-s}} (S_A). \quad (8)$$

Зазначимо, що регуляризацію поліноміальної матриці Лорана  $A(x)$  не можна отримати з регуляризації відповідної поліноміальної матриці  $A(x)x^l$  ( $l = -\underline{\deg} A(x)$ ) над  $\mathbf{F}[x]$ , оскільки не завжди виконується умова  $n | \deg \det A(x)x^l$ , де  $n$  – порядок матриці  $A(x)$ .

Розглянемо приклад, який демонструє регуляризацію справа поліноміальної матриці Лорана.

**Приклад 1.** Нехай  $A(x) = \begin{bmatrix} x^{-2} & x^{-2} - 2 \\ 1/(2x) & -1/(2x) \end{bmatrix}$  – поліноміальна матриця Лорана. Ця матриця не є регулярною.

Форма Сміта  $S_A(x)$  матриці  $A(x)$  дорівнює:

$$S_A(x) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & x^{-1} - x^{-3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1/(2x) & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x^{-2} & x^{-2} - 2 \\ 1/(2x) & -1/(2x) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1/2 & 2 - x^{-2} \\ -1/2 & x^{-2} \end{bmatrix}.$$

Перевіримо умову регуляризації (2) для матриці  $A(x)$ . Степінь квазіполінома  $\det A(x) = x^{-1} - x^{-3}$  дорівнює 2, тому  $s = 1$ . Для системи коренів 1,  $-1$  елементів діагональної матриці  $S_A(x) = \text{diag}(1, x^{-1} - x^{-3})$  обчислимо

визначник матриці значень  $M_{P(x)}(1, -1)$ , взявши за перетворювальну матрицю  $P(x) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1/(2x) & 1 \end{bmatrix}$ :

$$\det M_{P(x)}(1, -1) = \begin{vmatrix} -1/2 & 1 \\ 1/2 & 1 \end{vmatrix} = -1 \neq 0.$$

Оскільки визначник відмінний від нуля, то умова регуляризації (2) виконується. На підставі теореми 1 для матриці  $A(x)$  існує оборотна  $R(x)$  над  $\mathbf{F}[x, x^{-1}]$  така, що поліноміальна матриця Лорана  $A(x)R(x)$  є регулярною степеня  $s = 1$ .

Регулярний множник  $B(x) = Ex^{-1} - N_1$  знаходимо за формулою (8). Для цього обчислимо матрицю значень:

$$M_{P(x)x^{-1}}(1, -1) = \begin{bmatrix} -1/2 & 1 \\ -1/2 & -1 \end{bmatrix},$$

і розв'язком матричного рівняння (8) є матриця:  $N_1 = \begin{bmatrix} 0 & -2 \\ -1/2 & 0 \end{bmatrix}$ .

Звідси  $B(x) = \begin{bmatrix} x^{-1} & 2 \\ 1/2 & x^{-1} \end{bmatrix}$  – шуканий регулярний множник і  $A(x)R(x) = B(x)$ , де  $R(x) = \begin{bmatrix} x & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \in GL_n(\mathbf{F}[x, x^{-1}])$ .

Теорему про регуляризацію поліноміальної матриці Лорана  $A(x)$  використаємо до проблеми виділення регулярного множника із наперед заданою формою Сміта із неособливої поліноміальної матриці Лорана. Сформулюємо необхідні і достатні умови, що конструктивно перевіряють існування факторизації  $A(x) = B(x)C(x)$ , в якій  $B(x)$  – регулярна поліноміальна матриця Лорана, і вкажемо ефективний метод фактичної їх побудови.

Нехай  $\Phi(x) = \text{diag}(\phi_1(x), \phi_2(x), \dots, \phi_n(x)) - d$ -матриця, яка є дільником форми Сміта  $S_A(x)$  з (1) поліноміальної матриці Лорана  $A(x)$ . Через

$$V(\Phi) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ \frac{\phi_2 k_{21}}{(\phi_2, \varepsilon_1)} & 1 & \dots & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\phi_n k_{n1}}{(\phi_n, \varepsilon_1)} & \frac{\phi_n k_{n2}}{(\phi_n, \varepsilon_2)} & \dots & \frac{\phi_n k_{nn-1}}{(\phi_n, \varepsilon_{n-1})} & 1 \end{pmatrix} \quad (9)$$

позначимо матрицю, породжену  $d$ -матрицею  $\Phi(x)$ , у якій  $(\phi_i, \varepsilon_j)$  – найбільший спільний дільник квазіполіномів  $\phi_i(x)$  і  $\varepsilon_j(x)$ ,  $i, j = 1, \dots, n$ ,  $i \geq j$ ,

$$k_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } (\phi_i, \varepsilon_j) = \phi_j, \\ k_{ij} x^{-h_{ij}} + \dots + k_{ji} x^{-1} + k_{j0}, & \text{якщо } (\phi_i, \varepsilon_j) \neq \phi_j, \end{cases}$$

$h_{ij} = \deg \frac{(\phi_i, \varepsilon_j)}{\phi_j} - 1$ ,  $i = 2, \dots, n$ ,  $j = 1, \dots, n-1$ ,  $i > j$ ,  $k_{ij}$  – попарно різні змінні величини, які приєднуються

до поля  $\mathbf{F}$ ,  $s = 0, 1, \dots, h_{ij}$ .

**Теорема 3.** Нехай  $\Phi(x)$  –  $d$ -матриця,  $\deg \det \Phi(x) = nr$  і  $\Phi(x)$  є дільником форми Сміта  $S_A(x)$  матриці  $A(x) \in M_n(\mathbf{F}[x, x^{-1}])$ . Для матриці  $A(x)$  існує факторизація

$$A(x) = B(x)C(x),$$

в якій  $B(x)$  – регулярна поліноміальна матриця Лорана степеня  $r$  з формою Сміта  $\Phi(x)$ , а  $C(x)$  – неособлива поліноміальна матриця Лорана, тоді тільки тоді, коли

$$\det M_{V(\Phi)P(x) \parallel_{E x^{-r+1}, \dots, E x^{-1}, E}}(\Phi) \neq 0, \quad (10)$$

де матриці  $P(x) \in GL_n(\mathbf{F}[x, x^{-1}])$  і  $V(\Phi)$  відповідно із співвідношень (1) і (9).

Доведення теореми випливає із теореми 2 в [11] і теореми 1 даної роботи.

**Теорема 4.** Нехай  $\Phi(x)$  –  $d$ -матриця,  $\deg \det \Phi(x) = nr$  і форма Сміта  $S_A(x)$  матриці  $A(x) \in M_n(\mathbf{F}[x, x^{-1}])$  зображається у вигляді  $S_A(x) = \Phi(x)\Psi(x)$ .

Для матриці  $A(x)$  існує факторизація  $A(x) = B(x)C(x)$ , в якій  $B(x)$  – регулярна поліноміальна матриця Лорана степеня  $r$  з формою Сміта  $\Phi(x)$ , а  $C(x)$  – неособлива поліноміальна матриця Лорана з формою Сміта  $\Psi(x)$ , тоді і тільки тоді, коли

$$\det M_{P(x) \parallel_{E x^{-r+1}, \dots, E x^{-1}, E}}(\Phi) \neq 0,$$

де матриця  $P(x) \in GL_n(\mathbf{F}[x, x^{-1}])$  із співвідношення (1).

Доведення випливає з теореми 3. Зважаючи на те, що виконуються умови  $(\phi_i, \varepsilon_j) = \phi_j$  для  $i = 2, \dots, n$ ,  $j = 1, \dots, n-1$ ,  $i > j$ , тому матриця  $V(\Phi) = E$  у співвідношенні (9).

**Теорема 5.** У факторизації  $A(x) = B(x)C(x)$  матриці  $A(x) \in M_n(\mathbb{F}[x, x^{-1}])$  регулярний множник  $B(x)$  єдиний з формою Сміта

$$\Phi(x) = \text{diag}(\phi_1(x), \phi_2(x), \dots, \phi_n(x)),$$

тоді і тільки тоді, коли форма Сміта матриці  $A(x)$  дорівнює добутку форм Сміта її співмножників.

Доведення випливає із теореми 1 в [11] із врахуванням теореми 4 даної роботи.

Метод побудови виділюваних множників  $B(x)$  з формою Сміта  $\Phi(x)$  із поліноміальної матриці Лорана  $A(x)$  випливає з теореми 3.

Матричні коефіцієнти  $B_1, B_2, \dots, B_r$  регулярного множника

$$B(x) = Ex^{-r} - B_1x^{-r+1} - \dots - B_r$$

з наперед заданою формою Сміта  $\Phi(x) = \text{diag}(\phi_1(x), \phi_2(x), \dots, \phi_n(x))$  знаходимо за формулою:

$$\begin{bmatrix} B_1 \\ \vdots \\ B_s \end{bmatrix} = [M_{V(\Phi)P(x) \| Ex^{-r+1}, \dots, Ex^{-1}, E} (\Phi)]^{-1} \cdot M_{V(\Phi)P(x)x^{-r}} (\Phi). \quad (11)$$

Умова (10) теореми 3 забезпечує розв'язність матричного рівняння (11).

**Приклад 2.** Нехай  $A(x) = \begin{bmatrix} 2 & x^{-1} + x \\ x^{-1} + x & 2 \end{bmatrix}$  – поліноміальна матриця Лорана.

Характеристичний квазіполіном матриці  $A(x)$ :

$$\det A(x) = 4 - (x^{-1} + x)^2 = -(x^{-1} - x)^2.$$

Форма Сміта  $S_A(x)$  матриці  $A(x)$  дорівнює:

$$S_A(x) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -(x^{-1} - x)^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -(x + x^{-1})/2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & x^{-1} + x \\ x^{-1} + x & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1/2 & -x^{-1} - x \\ 0 & 2 \end{bmatrix}.$$

де  $P(x) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -(x + x^{-1})/2 & 1 \end{bmatrix} \in GL_n(\mathbb{F}[x, x^{-1}])$  із співвідношення (1).

Оскільки форма Сміта  $S_A(x)$  матриці  $A(x)$  допускає факторизацію

$$S_A(x) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -(x^{-1} - x)^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & x^{-2} - 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & x^2 - 1 \end{bmatrix}$$

і  $\deg \det A(x) = 4$ , то виділимо з матриці  $A(x)$  регулярний множник  $B(x)$  степеня  $r = 1$  з формою Сміта  $\Phi(x) = \text{diag}(1, x^2 - 1)$ ,  $\deg \det \Phi(x) = 2 = nr$ . За теоремою 4 маємо  $V(\Phi) = E$ .

Для системи коренів 1, -1 елементів діагональної матриці  $\Phi(x) = \text{diag}(1, x^2 - 1)$  обчислимо матриці значень:

$$M_{P(x)}(1, -1) = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad M_{P(x)x^{-1}}(1, -1) = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix},$$

де  $P(x)x^{-1} = \begin{bmatrix} x^{-1} & 0 \\ -(1 + x^{-2})/2 & x^{-1} \end{bmatrix}$ .

Регулярний множник  $B(x) = Ex^{-1} - B_1$  знаходимо за формулою (11). Для цього розв'яжемо матричне рівняння:

$$B_1 = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}.$$

Звідси  $B(x) = \begin{bmatrix} x^{-1} & 1 \\ 1 & x^{-1} \end{bmatrix}$  – регулярний множник степеня  $r = 1$  з формою Сміта  $\Phi(x) = \text{diag}(1, x^2 - 1)$ . Отже,

$A(x) = \begin{bmatrix} x^{-1} & 1 \\ 1 & x^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x & 1 \\ 1 & x \end{bmatrix}$  – шукана факторизація матриці  $A(x)$ .

### Висновки

Отримані результати дослідження задач регуляризації і факторизації поліноміальних матриць можуть бути використані у сфері цифрової обробки сигналів та зв'язку [12, 13, 14]. Напівскалярна еквівалентність поліноміальних матриць Лорана [6], а звідси, і зведення цих матриць до трикутного вигляду, а також ефективні алгоритми, засновані на елементарних перетвореннях поліноміальних матриць Лорана, дозволяють розширити алгебраїчний інструмент для дослідження повного аналізу динаміки системи [15].

### Список використаної літератури

1. Казімірський П.С. Розклад матричних многочленів на множники. Львів: Інститут прикл. проблем механіки і матем. імені Я.С. Підстригача НАН України, 2015. 285 с.
2. Казімірський П.С., Петричкович В.М. Про еквівалентність поліноміальних матриць // Теорет. та прикл. питання алгебри і диференц. рівнянь. 1977. С. 61 – 66.
3. Петричкович В.М. О полускалярной эквивалентности и нормальной форме Смита многочленных матриць // Мат. методи та фіз.-мех. поля. 1987. 25. С. 13–16.
4. Petrychkovych V. Generalized equivalence of pair of matrices // *Linear Multilinear Algebra*, 2000. 48. P. 179–188.
5. Petrychkovych V. Standart form of pair of matrices with respect to generalized equivalence // *Visnyk Lviv. Univ.* 2003. 61. P. 153–160.
6. Kuchma M.I., Gatalevych A.I. Triangular form of Laurent polynomial matrices and their factorization // *Mathematical modelling and computing*, 2022. 9. No. 1, P. 119-129.
7. Кучма М.І. Симетрична еквівалентність матричних многочленів і виділення спільного унітального дільника із матричних многочленів // *Укр. матем. журн.* 2001. Т. 53. № 2. С. 211-219.
8. Dias da Silva J.A., Laffey T. J. On simultaneous similarity of matrices and related questions // *Linear Algebra Appl.* 1999, 291. P. 167–184.
9. Казимирський П. С., Щедрик В. П. О решениях матричных многочленных односторонних уравнений // *Доклады АН СССР*. 1989. 304, № 2. с. 271–274.
10. Shchedryk V. Arithmetic of matrices over rings. Kyiv, Akadempriodyka, 2021. 278 p.
11. Зеліско В.Р. Єдиність унітальних дільників матричних многочленів // *Вісник львівськ. унів-ту*. 1988. 30. С. 36–38.
12. Fornasini E., Valcher M.-E. nD-Polynomial Matrices with Applications to Multidimensional Signal Analysis // *Multidimensional Systems and Signal Processing*. 1997. 8(4). P. 387–408.
13. Foster J.A., McWhirter J.G., Davies M.R., Chambers J.A. An algorithm for calculating the QR and singular value decompositions of polynomial matrices // *IEEE Trans. Signal Process.* 2010. 58(3). P. 1263–1274.
14. Park H. Symbolic computation and signal processing, *Journal of Symbolic Computation* // 2004. 37. P. 209–226.
15. Kaczorek T. Polynomial and Rational Matrices: Applications in Dynamical System. Theory, Commun. and Control Eng. Ser. London (UK). 2007.

### References

1. Kazimirskii P. S. (2010). *Rozklad matrychnykh mnohochleniv na mnozhnyky* [Factorization of matrix polynomials]. Lviv: Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics of the NAS of Ukraine, 2-nd edition, 282 pp. (in Ukrainian).
2. Kazimirskii P.S., Petrychkovych V.M.(1977) Pro ekvivalentnist polinomialnykh matryts [On the equivalence of polynomial matrices]. Lviv: *Theoretical and Applied Problems of Algebra and Differential Equations*, pp. 61–66. (in Ukrainian).
3. Petrychkovych V.M. (1987) O poluskalyarnoj ekvivalentnosti i normalnoj forme Smita mnogochlennykh matric [On semiscalar equivalence and the Smith normal form of polynomial matrices] *Mat. Met. i Fiz. -Mekh. Polya.*, no. 25, pp. 13–16. (in Russian).
4. Petrychkovych V.( 2000) Generalized equivalence of pair of matrices. *Linear Multilinear Algebra*, no. 48, pp. 179–188.
5. Petrychkovych V. (2003) Standart form of pair of matrices with respect to generalized equivalence. *Visnyk Lviv. Univ.*, no. 61, pp. 153–160.
6. Kuchma M.I., Gatalevych A.I. (2022) Triangular form of Laurent polynomial matrices and their factorization. *Mathematical modelling and computing*, vol.9, no. 1, pp. 119-129. doi: 10.23939/mmc2022.01.119.
7. Kuchma M.I. (2001) Symetrychna ekvivalentnist matrychnykh mnohochleniv i vydilennia spilnoho unitalnoho dilnyka iz matrychnykh mnohochleniv [Symmetric equivalence of matrix polynomials and isolation of a common unital divisor in matrix polynomials]. *Ukrainian Mathematical Journal*, vol. 53, no. 2, pp. 238–248. (in Ukrainian).
8. Dias da Silva J.A., Laffey T. J. (1999) On simultaneous similarity of matrices and related questions. *Linear Algebra Appl.*, no. 291, pp. 167–184.

9. Kazimirskiy P.S., Shchedryk V.P. (1989) O resheniyah matrichnyh mnogochlennyh odnostonnykh uravnenij [On solutions of matrix polynomials sides equations]. *Doklady AN SSSR*. vol. 304, no 2, pp. 271–274. (in Russian).
10. Shchedryk V. (2021) Arithmetic of matrices over rings. Kyiv, Akadempriodyka, 278 pp.
11. Zelisko V.R. (1988) Yedynist unitalnykh dilnykh matrychnykh mnohochleniv [Unity of unital divisors of matrix polynomials]. *Visnyk Lviv. Univ.*, no. 30, pp. 36–38. (in Ukrainian).
12. Fornasini E., Valcher M.-E. (1997) nD-Polynomial Matrices with Applications to Multidimensional Signal Analysis. *Multidimensional Systems and Signal Processing*. vol. 8, no. 4, pp. 387–408.
13. Foster J.A., McWhirter J.G., Davies M.R., Chambers J.A. (2010) An algorithm for calculating the QR and singular value decompositions of polynomial matrices. *IEEE Trans. Signal Process.* vol.58, no. 3, pp. 1263–1274.
14. Park H. (2004) Symbolic computation and signal processing. *Journal of Symbolic Computation*, no 37, pp. 209–226.
15. Kaczorek T. (2007) Polynomial and Rational Matrices: Applications in Dynamical System. *Theory, Commun. and Control Eng. Ser.* London (UK).

**Д. О. ЛИЧОВ**

кандидат технічних наук,  
старший викладач кафедри автомобільного транспорту  
та соціальної безпеки  
Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»  
ORCID: 0000-0002-3231-5985

**Г. В. КОШЕЛЬ**

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри автомобільного транспорту та соціальної безпеки  
Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»  
ORCID: 0000-0003-1862-1553

**Т. В. ПЕТРЕНКО**

старший викладач кафедри автомобільного транспорту  
та соціальної безпеки  
Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»  
ORCID: 0000-0003-4733-4035

## ТЕНДЕНЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТЯГИ В УКРАЇНІ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

*Можливість використання електротяги розширило ринок транспортних засобів, де почали використовувати електричні двигуни (мотоцикли, скутери, автобуси, вантажні автомобілі, залізничний транспорт та літаки). Слід також розглянути і перспективу використання гібридного двигуна (комбінований привід), в яких застосовується двигун внутрішнього згорання разом з акумуляторною батареєю. Враховуючи великий попит на купівлю автомобілів з електротягою, слід ретельно розібратися з основними поняттями та конструкцією електроавтомобіля. Типізація автомобілів з електричним приводом поділяється на: м'які гібриди характеризуються електродвигуном, який застосовують в момент початку руху або миттєвого прискорення; гібриди характеризуються акумуляторною батареєю середньої ємності, яка має заряджатися через рекуперацію, що виникає під час гальмування; за рахунок додаткової тяги, що сприяє економії пального та захисту від шкідливих речовин, кількість яких має тенденцію до зменшення; плагін-гібриди характеризуються потужними акумуляторними батареями, що забезпечує рух на певну відстань без двигуна внутрішнього згорання, який вмикається при зниженні потужності акумуляторної батареї або під час швидкого прискорення; повноцінні електромобілі. Китайські виробники автомобілів з електротягою запропонували вирішувати проблему довгої зарядки через механізм заміни розрядженої акумуляторної батареї на заряджену, для цього облаштувавши спеціальні бокси. Така операція здійснюється автоматично, без оператора та за часом, як заправити повний бак. Одним із напрямків по зарядці електроавтомобілів є безконтактна, яка передбачає використання потужного індуктора, що працюватимуть в автоматичному режимі. Також безконтактна зарядка може здійснюватися і під час руху від прихованої у дорожньому покритті обмотці. Тому, основним напрямком впровадження електричної тяги буде інтенсивне виробництво електроавтомобілів, станцій з електрозарядним обладнанням, заміна акумуляторної батареї різного складу.*

**Ключові слова:** електричний транспорт, автомобіль, акумуляторна батарея.

**D. O. LYCHOV**

Candidate of Technical Sciences,  
Senior Lecturer at the Department of Road Transport and Social Security  
Open International University of Human Development "Ukraine"  
ORCID: 0000-0002-3231-5985

**G. V. KOSHEL**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Road Transport  
and Social Security  
Open International University of Human Development "Ukraine"  
ORCID: 0000-0003-1862-1553

T. V. PETRENKO

Senior Lecturer at the Department of Road Transport and Social Security  
Open International University of Human Development "Ukraine"

ORCID: 0000-0003-4733-4035

## TRENDS OF THE APPLICATION OF ELECTRIC TRACTION IN UKRAINE FOR ROAD TRANSPORT

*The possibility of using electric traction expanded the market of vehicles, where electric motors began to be used (motorcycles, scooters, buses, trucks, railway transport and airplanes). The prospect of using a hybrid engine (combined drive), in which an internal combustion engine is used together with a battery, should also be considered. Given the high demand for purchasing electric cars, you should thoroughly understand the basic concepts and design of an electric car. Typing of cars with an electric drive is divided into: mild hybrids are characterized by an electric motor, which is used at the moment of starting movement or instantaneous acceleration; hybrids are characterized by a battery of medium capacity, which must be charged through recuperation that occurs during braking; due to additional traction, which helps to save fuel and protect against harmful substances, the amount of which tends to decrease; plug-in hybrids are characterized by powerful batteries, which provides movement for a certain distance without the internal combustion engine, which turns on when the battery power is reduced or during rapid acceleration; full-fledged electric cars. Chinese manufacturers of electric cars proposed to solve the problem of long charging through the mechanism of replacing a discharged battery with a charged one, by equipping special boxes for this purpose. Such an operation is performed automatically, without an operator, and according to time, how to fill a full tank. One of the directions for charging electric cars is contactless, which involves the use of a powerful inductor that will work in automatic mode. Contactless charging can also be carried out while driving from a winding hidden in the road surface. Therefore, the main direction of the introduction of electric traction will be the intensive production of electric cars, stations with electric charging equipment, replacement of batteries of various composition.*

**Key words:** electric transport, car, battery.

### Постановка проблеми

Початок застосування електричної тяги – це період першої половини XIX сторіччя, яка використовувалась на екіпажах. Поступове вдосконалення електричних джерел енергії, набуло широко впровадження на автомобільному транспорті. Таким джерелом є акумулятор, який у сучасних автомобілях зроблено з різних матеріалів, зокрема: графен та літій з полімером. Автомобілі з електродвигуном в Україні вже близько двадцяти років продаються в автосалонах відомих брендів. Перші електрокари масових моделей з'явилися у 2009 році Mitsubishi i-MiEV та у 2010 році Nissan Leaf. За 2022 рік продаж автомобілів з електричною тягою зріс у 1,5 рази, про це повідомляє Укравтопром. Саме рішення КМУ від 27.09.22 року про збільшення автомобільних електростанцій в регіонах на період 2023–2024 років, мало на меті розширити модельний ряд та збільшити показники екологічності за рахунок продажу електрокарів. Кількість придбаних електрокарів у березні 2023 року склала 3200 одиниць [1]. Світові тенденції продажу електромобілів зріс на 68% до 7,8 млн. одиниць. Основними покупцями стали європейці та китайці, хоча на ринку електрокарів Європа та Китай займають вже свій сегмент щодо виробництва таких транспортних засобів.

Можливість використання електротяги розширило ринок транспортних засобів, де почали використовувати електричні двигуни (мотоцикли, скутери, автобуси, вантажні автомобілі, залізничний транспорт та літаки) [2]. Слід також розглянути і перспективу використання гібридного двигуна (комбінований привід), в яких застосовується двигун внутрішнього згорання разом з акумуляторною батареєю. Тенденції, щодо збільшення виробництва електромобілів, дає суттєвий поштовх до переходу від забруднюючих видів палива до екологічних джерел роботи двигуна без небезпечних викидів у навколишнє середовище.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідження автомобілів з електричною тягою показали, що саме перехід до більш екологічно чистого безшкідливих викидів автомобілі – формула можливості до зменшення видобутку нафти та газу з подальшою їх переробкою. Використання акумуляторної батареї дає можливість об'єднати з двигуном внутрішнього згорання або повністю перейти на електричну рушійну силу. На сьогодні багато науковців як в Україні, так і за кордоном дуже широко вивчають питання електромобілів. Зокрема, Будьонний О. В., Гладій Б. О., Гнатов А. В., Гончаров Ю. П., Дембіцький В. М., Кошель М. Д., Шевчук Я. В.

### Формування мети дослідження

Сучасні тенденції впровадження електричної тяги на автомобілях набуває все частішого застосування, такі транспортні засоби більшість людей називають «зеленим» або «екологічним». Це вже не дослідницькі чи експериментальні зразки, а досить потужні транспортні засоби як для власного, так і для комерційного використання. Враховуючи великий попит на купівлю автомобілів з електротягою, слід ретельно розібратися з основними поняттями та конструкцією електроавтомобіля.

Типізація автомобілів з електричним приводом поділяється на:

– м'які гібриди характеризуються електродвигуном, який застосовують в момент початку руху або миттєвого прискорення;

– гібриди характеризуються акумуляторною батареєю середньої ємності, яка має заряджатися через рекуперацію, що виникає під час гальмування; за рахунок додаткової тяги, що сприяє економії пального та захисту від шкідливих речовин, кількість яких має тенденцію до зменшення;

– плагін-гібриди характеризуються потужними акумуляторними батареями, що забезпечує рух на певну відстань без двигуна внутрішнього згорання, який вмикається при зниженні потужності акумуляторної батареї або під час швидкого прискорення;

– повноцінні електромобілі.

Кожна конструкція автомобіля з електричною тягою передбачає тісну роботу із спеціалістами у хімічній та електротехнічній галузях. Також слід зазначити, що світові автовиробники поступово збільшують ємність акумуляторної батареї, знижує вартість батареї, швидкість зарядження визначається потужністю електростанцій, удосконалюються технічні характеристики електродвигунів. Ці чинники розширюють межі виробництва автомобілів з електричною тягою з поступовим зниженням ціни у дилерів.

Для збільшення кількості електромобілів, зокрема, на території України необхідно розвивати інфраструктуру, де основну роль слід приділяти зарядним станціям та станціям технічного обслуговування, які мають бути розташовані у межах з мінімальною зарядною потужністю акумуляторною батареєю.

До початку повномасштабної війни, перспективою збільшення зарядних станцій мало реалізувати АТ «ЕЛМЗ». Відкриття першого етапу 8 станцій планувалось на 2021 рік, вартість складала до 200000 доларів. Можливості таких станцій полягає у використанні як постійного, так і змінного струмів.

АТ «ЕЛМЗ» розробило і виробляє зарядні станції як для «широкого», так і для «звичайного» зарядження. Більш потужні FastCharger видають 75 кВт і випускаються у двох конфігураціях: (1) DC 75 кВт із китайським зарядним інтерфейсом GB/T та (2) DC 75 кВт із японським стандартом зарядження CHAdeMO + AC 22 кВт Type-2. Незабаром з'явиться ще одна конфігурація: (3) DC 75 кВт із двома портами швидкого зарядження CHAdeMO + CCS (Combo-2) та одним портом AC 22 кВт Type-2. Лінійка зарядних станцій змінного струму складається 1 порту AC 22 кВт, 380 кВт, 2 портів AC 22 кВт, 380 В, 3 портів AC 7 кВт, 220 В і 1 порту AC 22 кВт, 380 В + 1 порту AC 7 кВт, 220 В.

Китайські виробники автомобілів з електротягою запропонували вирішувати проблему довгої зарядки через механізм заміни розрядженої акумуляторної батареї на заряджену, для цього облаштувавши спеціальні бокси. Така операція здійснюється автоматично, без оператора та за часом, як заправити повний бак. Одним із напрямків по зарядці електроавтомобілів є безконтактна, яка передбачає використання потужного індуктора, що працюватимуть в автоматичному режимі. Також безконтактна зарядка може здійснюватися і під час руху від прихованої у дорожньому покритті обмотці.

Тому, основним напрямком впровадження електричної тяги буде інтенсивне виробництво електроавтомобілів, станцій з електростанціями обладнанням, заміна акумуляторної батареї різного складу.

#### **Викладання основного матеріалу дослідження**

У принципі, будь-який бензиновий або дизельний автомобіль можна перетворити на електрокар: зняти двигун внутрішнього згорання, поставити електромотор і акумуляторні батареї, а також поміняти електроніку. Ціни на акумуляторні батареї падають, масове виробництво дозволяє знизити ціни на компоненти до електричних моторів, вбудованих у маточину колеса. Незабаром вартість переоснащення можна буде знизити майже наполовину. Паралельно значні зміни відбуваються в самому сегменті автомобілів на електричній тязі. Його можна розділити на три основні частини: гібриди, що заряджають акумуляторну батарею під час їзди або гальмування, плагін-гібриди PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle), які заряджаються кабелем від мережі, і повністю електричні автомобілі BEV. Дискусії політиків у Німеччині та Євросоюзі навколо питання, чи варто заради захисту клімату заборонити продажі легкових автомобілів з двигунами внутрішнього згорання (ДВЗ) вже в 2030 році або почекати до 2035-го, незабаром можуть втратити будь-який сенс, оскільки до того часу ця проблема вирішиться сама собою. Про це свідчать швидкі, навіть стрімкі зміни, що відбуваються на автомобільному ринку ФРН – найбільшому в Європі (див. рис. 1).

Автомобілі з електричною тягою пройшли наступні етапи перетворень:

Етап 1. Заміна двигунів внутрішнього згорання на електричну тягу з інвертором, акумулятори розміщувалися замість паливного бака або у багажний простір, що зменшувало його об'єм. Для перших таких автомобілів був характерний невеликий запас ходу, зберігались трансмісія та частково елементи конструкції від звичайного автомобіля. На початку експлуатації, електрична батарея не виробляла достатньої потужності для високих швидкостей, але одна була перевага – відносно низька ціна. Наприклад, RAV4 EV випуск 1997 року.

Етап 2. Автомобілі з двигуном внутрішнього згорання поступово через зміну конструкції – переходили на електричну тягу без звичайної трансмісії, але з тими ж проблемами щодо розміщення електричної тяги. Конструкція змінювалася при цьому не ставала конкурентно спроможною проти бензинового і дизельного двигунів. Наприклад, Kia Soul EV 2014 та VW E-Golf 2015 років (акумуляторна батарея розміщувалась під переднім сидінням і у центральному тунелі з запасом ходу до 100 км; Nissan Leaf без елементів двигуна внутрішнього згорання).



Рис. 1

Починаючи з 2025 року широким темпом використання електричної тяги на основі акумуляторів з літійем набуває дефіциту, оскільки ціна зросла майже до 150%. Такий прогноз зробили експерти з Міжнародного енергетичного агентства (IEA), вони також зазначили, що і нікель на 25% та графіт на 15% збільшать вартість електрофікованих транспортних засобів.

Автомобілі з електротягою позначають аббревіатурою EV (від Electrical Vehicle) – це словосполучення характеризує використання акумуляторної батареї з графену, літію та полімеру, алюмінію та графену (з 2024 року). Аббревіатура – EC (Electric Car) не набула широко вжитку. Позначення сучасних електромобілів BEV (від Battery) – це ті машини, що застосовують лише електричний двигун (див. рис. 2).



Рис. 2

Категорія автомобілів на електротязі – FCEV працюють на паливних елементах (Fuel Cell), тобто електрика виробляється за рахунок хімічної реакції сполуки водню з киснем, що відбувається без процесу горіння в каталітичних осередках. Автомобілі такого типу FCEV заправляються воднем, а вихлопом є чиста вода. Електричний струм, що генерується, заряджає батарею, яка власне і живить електродвигун. Поширення FCEV поки що не отримали, оскільки є суттєві проблеми з виробленням, транспортуванням, зберіганням водню та заправленням ним автомобілів.

Гібридні конструкції NEV (Hybrid) поєднують у своїй конструкції електротягу із двигуном внутрішнього згорання, набули популярності як у виробників, так і у покупців. Для електроавтомобілів основною ознакою виступає не дріт для зарядки, а робота двигуна без викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище [3].

Основними характеристиками автомобілів з електротягою є:

1. Потужність та крутний момент. Це пов'язано з тим, що електродвигун не витрачає велику частку енергії на процеси тертя, не потребує спеціальної системи змащування та практично відсутній знос. Така характеристика сприяє збільшенню потужності до 500 к.с. та швидкому прискоренню порівняно з двигуном внутрішнього згорання, наприклад, Porsche Taycan Turbo S сукупно розвивають 761 к.с. з прискоренням до 100 км/год за 2,8 секунди.

2. Запас ходу. Ця характеристика визначається можливістю зберігати максимальну електричну тягу в ємності батареї. Сучасні автомобілі з електричним двигуном мають здатність подолати від 600 до 800 км за один заряд батареї, що практично дорівнює автомобілям з двигуном внутрішнього згорання.

3. Час на зарядку батареї. Ємність батареї це параметр, який впливає на потужність двигуна, але здатність акумулятора приймати великий струм для повного зарядки визначається зарядним терміналом (приблизно 80% за 35-45 хвилин) чи звичайною побутовою розеткою (повна зарядка за ніч).

#### **Будова вузлів та систем автомобілів з електротягою:**

1. Електродвигун (рис. 3).



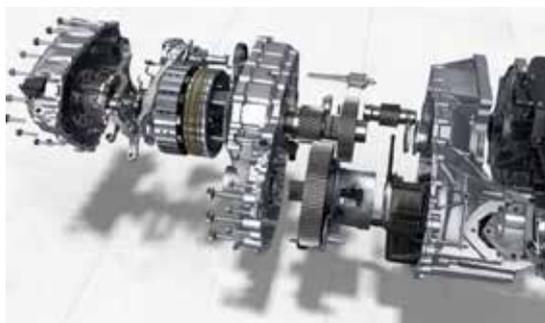
**Рис. 3**

Суть роботи двигуна автомобіля з електротягою полягає в тому, що провідник з електрострумом розташований у магнітному полі, під дією механічної сили, яка обертає вал двигуна під впливом електромагнітної взаємодії рухомої частини (ротора) з нерухомим корпусом (статором). Враховуючи особливості роботи електродвигунів за різними методами, то і конструкції також відрізняються.

Для більш дорогих електромобілів Porsche Taycan та Tesla Model S застосовують синхронні двигуни змінного струму з постійними магнітами в якості ротора.

Для автомобілів з меншою вартістю Audi e-tron застосовують асинхронні з нижчим ККД та простішим в управлінні; Renault Zoe застосовують електродвигуни з індукційними котушками працюючих від змінного струму – синхронні, тобто обертання ротора відстає від обертання магнітного поля.

2. Трансмісія (рис. 4).



**Рис. 4**

Висока максимальна швидкість з потужною тягою на низах забезпечується двоступеневою коробкою передач. Двигун з електротягою розвиває значний крутний момент, практично зі старту, тому для електромобіля не потрібна багатоступенева коробка передач, порівняно з автомобілем з двигуном внутрішнього згорання.

3. Акумуляторна батарея (рис 5).



Рис. 5

Це найдорожчий вузол в автомобілі з електротягою. Складається з елементарних акумуляторів, що керуються мікроконтролерами. Батареї різняться за:

- ємністю;
- робочою напругою від 350 до 800 В;
- формою (компоновка під конкретний автомобіль);
- матеріалом виготовлення (літєві, нікелєві).

4. Інвертор (рис. 6).



Рис. 6

Цей прилад в автомобілях з електротягою необхідний для перетворення постійного струму, який надходить від акумулятора, у змінний, який використовують для живлення електродвигуна. Інвертори працюють при високих навантаженнях та сильно нагріваються. Особливістю роботи є керування від педалей електромобіля повздовжнім прискоренням або уповільненням, регулювати потоки енергії від батареї до двигуна і навпаки.

5. Акумулятор. В автомобілях з електротягою для забезпечення роботи бортової електроніки, світлотехніки, електропідсилювачів, актуаторів, компресорів та інших пристроїв необхідний звичайний 12-вольтний акумулятор.

6. Система охолодження (рис. 7).

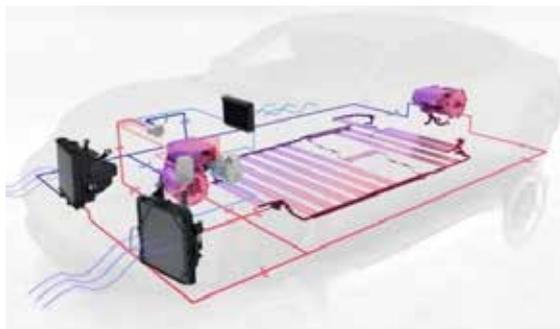


Рис. 7

Ця система забезпечує терморегуляцію інвертора, через який протікає струм високої сили. Вона складається з радіатора, системи теплових магістралей, що потрібно для тяги. Найефективніше працює при великих навантаженнях та частих перехідних циклах.

7. Зарядний блок. Зарядка автомобілів з електротягою може здійснюватися від побутової розетки до спеціально облаштованих терміналів, але слід враховувати виробника електроавтомобіля – європейський, американський, японський, китайський. Особливостями зарядки є струм постійний чи змінний.

8. Гальма. На автомобілях з електротягою в конструкції вбудовані гальмівні колодки, диски, гідромагістралі з гальмівною рідиною. При цьому слід зазначити, що гальмівний механізм зношується менше ніж в машинах з двигуном внутрішнього згорання.

Невеликий запас ходу – не є головною проблемою електромобілів. Про це свідчить дослідження LV= Britannia Rescue, британської компанії, яка надає екстрену допомогу водіям у дорозі. Згідно зі статистикою, яку зібрали британці, лише 11% викликів стосуються розрядженої батареї.

Головною проблемою власників електромобілів експерти назвали проблеми з колесами. Більше третини викликів від водіїв, які пробили колеса.

За статистикою, електромобілі мають проблеми з шинами вдвічі частіше, ніж бензинові автомобілі. Це пов'язано з тим, що електричні моделі через батарею значно важчі за автомобілі з двигунами внутрішнього згорання. Тож, і навантаження на колеса у них більше.

«Зазвичай, люди хвилюються про запас ходу, коли мова йде про «зелені» автомобілі. Але наші дані показують, що це непоширена проблема серед власників електромобілів. Як правило, електромобілі не мають тих проблем, що бензинові або дизельні автомобілі. Але, якщо у вас виникнуть проблеми, то, скоріш за все, вони стосуватимуться коліс», – Генрі Топхем, керуючий директором LV= Britannia Rescue.

Електричні автомобілі приблизно на 50% важчі за бензинові чи дизельні. Саме тому електромобілі частіше стикаються з проблемами не тільки коліс, а також підвіски.

#### Висновки

Конструкція сучасного автомобіля з електротягою має високий ККД враховуючи рекуперацію, відсутність викиду відпрацьованих газів, нескладну конструкцію приводу коліс, доступність обслуговування та експлуатацію, можливість використовувати енергію за доступною ціною. Також завдяки підтримки більше 30 країн світових автомобільних виробників в рамках кліматичної конференції, було домовлено про перехід на електротягу до 2040 року.

#### Список використаної літератури

1. У березні українці придбали рекордну кількість електрокарів. Retrieved from: [https://galinfo.com.ua/news/u\\_berezni\\_ukraintsi\\_prydbaly\\_rekordnu\\_kilkist\\_elektrokariv\\_398669.html](https://galinfo.com.ua/news/u_berezni_ukraintsi_prydbaly_rekordnu_kilkist_elektrokariv_398669.html) (дата відвідування 25.04.2023).

2. Сорока К.О. Система автоматизованого вибору швидкісного режиму руху засобів електротранспорту з метою зменшення витрат електроенергії / К.О. Сорока, Т.П. Павленко, Д.О. Личов. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту, 2017, No 3 (69) С. 77-91.

3. Vidomenko O. I. (2017). Perspektivy rozvytku elektromobilnoho transportu v Ukraini [Prospects for the development of electric vehicles in Ukraine]. Naukova Dumka: Materialy Mizhnarodnoi Naukovo-Praktychnoi Konferentsii [Scientific opinion: Materials of the International scientific-practical conference.] (pp. 50-54). Odesa (in Ukrainian).

#### References

1. U berezni ukraintsi prydbaly rekordnu kilkist elektrokariv. Retrieved from: [https://galinfo.com.ua/news/u\\_berezni\\_ukraintsi\\_prydbaly\\_rekordnu\\_kilkist\\_elektrokariv\\_398669.html](https://galinfo.com.ua/news/u_berezni_ukraintsi_prydbaly_rekordnu_kilkist_elektrokariv_398669.html) (accessed 25.04.2023).

2. Soroka K.O. (2017) Systema avtomatyzovanoho vyboru shvydkisnogo rezhymu rukhu zasobiv elektrotransportu z metoiu zmenshennia vytrat elektroenerhii / K.O. Soroka, T.P. Pavlenko, D.O. Lychov. Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu, No 3 (69), С. 77-91.

3. Vidomenko O. I. (2017). Perspektivy rozvytku elektromobilnoho transportu v Ukraini [Prospects for the development of electric vehicles in Ukraine]. Naukova Dumka: Materialy Mizhnarodnoi Naukovo-Praktychnoi Konferentsii [Scientific opinion: Materials of the International scientific-practical conference.] (pp. 50-54). Odesa (in Ukrainian).

**В. Д. МАКАРЕНКО**

доктор технічних наук,  
професор кафедри транспортних систем і технічного сервісу  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0001-9178-9657

**П. В. ЛУБ'ЯНИЙ**

кандидат технічних наук,  
доцент кафедри транспортних систем і технічного сервісу  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-2668-5063

**О. А. ВОЙТОВИЧ**

кандидат технічних наук,  
доцент кафедри транспортних систем і технічного сервісу  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-0510-4362

## ЯКІСТЬ ПАСАЖИРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ НА ОСНОВІ НЕФІНАНСОВИХ ПОКАЗНИКІВ

*В статті досліджується питання розробки наукового обґрунтованого підходу до визначення і використання вартісної оцінки відхилення рівня якості від запланованого на маршруті міської пасажирської транспортної системи на підставі нефінансових показників. Метою дослідження є розробка науково обґрунтованого підходу до формування та використання кошторису відхилення рівня якості від запланованого маршруту системи міського пасажирського транспорту на основі нефінансових показників. Завданнями дослідження є: обґрунтувати доцільність використання нефінансових показників для оцінки якості перевезень пасажирів; визначити істотні характеристики маршруту системи міського пасажирського транспорту; визначити основні фактори, що впливають на якість перевезень; сформулювати концепцію оптимальної організації маршруту; розробити економіко-математичну модель якості перевезень пасажирів з використанням нефінансових показників з використанням апарату теорії систем масового обслуговування для дослідження роботи на маршруті. У процесі дослідження за допомогою методів теоретичного узагальнення та порівняння, аналізу та синтезу визначено нефінансові показники, що характеризують якість обслуговування пасажирів на маршруті системи міського пасажирського транспорту. Аналіз функціонування маршруту міської пасажирської транспортної системи показав, що він є складною системою масового обслуговування, характеристики якої в динаміці можливо відтворювати тільки в умовах імітаційного моделювання. Інтервал руху разом із заводською пасажиромісткістю рухомої одиниці, її заповненням на момент прибуття до чергової зупинки і параметрами пасажиропотоку цієї зупинки, визначають якість обслуговування пасажирів на зупинці. Стосовно інтервалу руху пасажирського транспортного засобу інтереси перевізника і пасажирів протилежні. Для економічного узгодження інтересів перевізника і пасажирів знайдено оптимальний інтервал руху рухомої одиниці. Введено поняття коефіцієнта ефективності транспортної послуги для кількісної оцінки результативності перевезення та оптимальної організації маршруту з метою оцінювання якості пасажирських перевезень.*

**Ключові слова:** міська пасажирська транспортна система, рухома одиниця, інтегрований показник якості обслуговування, нефінансові показники.

**V. D. MAKARENKO**

Ph.D., Professor at the Department of Transport Systems  
and Technical Service  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0001-9178-9657

**P. V. LUBYANY**

Ph.D., Associate Professor at the Department of Transport Systems  
and Technical Service  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0003-2668-5063

O. A. VOITOVYCH

Ph.D., Associate Professor at the Department of Transport Systems  
and Technical Service

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0003-0510-4362

## QUALITY OF PASSENGER TRANSPORT SERVICES ON THE BASIS OF NON-FINANCIAL INDICATORS

*The article examines the issue of developing a scientifically based approach to the determination and use of the cost estimate of the deviation of the quality level from the planned route of the city passenger transport system based on non-financial indicators. The purpose of the study is to develop a scientifically based approach to the formation and use of an estimate of the deviation of the quality level from the planned route of the urban passenger transport system based on non-financial indicators. The objectives of the research are: to substantiate the expediency of using non-financial indicators to assess the quality of passenger transportation; determine the essential characteristics of the route of the urban passenger transport system; determine the main factors affecting the quality of transportation; formulate the concept of optimal organization of the route; to develop an economic-mathematical model of the quality of passenger transportation using non-financial indicators using the apparatus of mass service systems theory to study work on the route. In the research process, using the methods of theoretical generalization and comparison, analysis and synthesis, non-financial indicators were determined that characterize the quality of passenger service on the route of the urban passenger transport system. It is possible to reproduce only in the conditions of simulation modeling. The movement interval together with the factory passenger capacity of the moving unit, its filling at the time of arrival at the next stop and the passenger flow parameters of this stop determine the quality of passenger service at the stop. Regarding the interval of movement of a passenger vehicle, the interests of the carrier and passengers are opposite. In order to economically reconcile the interests of the carrier and passengers, the optimal interval of movement of the moving unit was found. The concept of the coefficient of efficiency of the transport service was introduced for the quantitative evaluation of the effectiveness of the transportation and the optimal organization of the route in order to evaluate the quality of passenger transportation.*

**Key words:** city passengers transport system, mobile unit, integrated indicator of quality of service, non-financial indicators.

### Постановка проблеми

Прибуткова і якісна робота підприємств транспортного комплексу має базуватися на постійному контролі за відповідним задоволенням попиту на перевезення. Якість обслуговування пасажирів, яка залежить від організації транспортного процесу, експлуатаційних характеристик рухомого складу (РС), стану дорожньо-маршрутної мережі, містобудування та інших факторів, безпосередньо відображається на тривалості пересування, зручності та комфорті поїздки, та рівень тарифів, але контроль за цими показниками на даний момент належним чином не ведеться.

Метою державних цільових програм розвитку міського транспорту різних рівнів і видів транспорту є створення умов для забезпечення населення якісними послугами пасажирського транспорту.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз досліджень, що проводяться, свідчить про недосконалість і складність комплексної оцінки показників якості обслуговування пасажирів та можливості їх постійного контролю, а також про відсутність підходів до кількісної оцінки порушень якості за кожним зупинковим і часовим діапазонами [1, 2, 3].

Теоретико-методологічні основи організації роботи МПТС викладено в працях А.В. Базиліук, М.Д. Блатнова, Є.П. Володіна, А.І. Воркута, В.К. Долі, В.О. Вдовиченко, П.Ф. Горбачова, Н.Н. Громова, Д.П. Понкратова, Ю.С. Лігума, Є.Х. Логачова, В.С. Маруніча, Ю.В. Спіріна, А.Ф. Штанова та інших дослідників. Недостатньо вивчено питання раціональної організації маршруту з урахуванням інтересів не тільки перевізників, а й пасажирів, при якому була б забезпечена якість пасажирських перевезень і з'явилася можливість впливати і контролювати його, і є пріоритетним напрямком наукових досліджень.

Водночас представлені підходи до управління якістю та її нормативної оцінки не дають уявлення про складові транспортних послуг, яка є комплексною і складається з таких параметрів: час та комфортність очікування на зупинці; дотримання законності та прав пільговиків при посадці на рухому одиницю (РО); комфортні умови розміщення в салоні під час маршрутних перегонів; безпека руху; економічно обґрунтована вартість проїзду (розмір тарифу); створення сприятливих умов для осіб з особливими потребами; наявність інформації про маршрут на зупинці та під час його виконання; культура обслуговування тощо. На нашу думку, важливим є узгодження основних економічних (рівень рентабельності, вартість перевезень тощо) та значної кількості нефінансових показників, які відображають рівень якості та свідчать про баланс інтересів, перевізника і пасажирів.

### Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є розробка науково обґрунтованого підходу до формування та використання кошторису відхилення рівня якості від запланованого маршруту системи міського пасажирського транспорту (МПТС) на основі нефінансових показників. Ця оцінка величини в роботі [4] названа інтегральним показником якості перевезень пасажирів на міському пасажирському маршруті за добу. Завданнями дослідження є: обґрунтувати доцільність використання нефінансових показників для оцінки якості перевезень пасажирів; визначити істотні характеристики маршруту МПТС; визначити основні фактори, що впливають на якість перевезень; сформулювати концепцію оптимальної організації маршруту; розробити економіко-математичну модель якості перевезень пасажирів з використанням нефінансових показників з використанням апарату теорії систем масового обслуговування (СМО) для дослідження роботи на маршруті МПТС. У процесі дослідження за допомогою методів теоретичного узагальнення та порівняння, аналізу та синтезу визначено нефінансові показники, що характеризують якість обслуговування пасажирів на маршруті МПТС.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Концепція збалансованих показників (Balanced Scorecard – BSC), розроблена Робертом Капланом (Robert Kaplan) і Девідом Нортеном (David Norton), дозволила розширити критерії аналізу шляхом додавання показників нефінансового характеру [5]. На практиці такий підхід дає можливість розширити обсяг інформації, яка є основою для прийняття управлінських рішень.

У контексті завдань, поставлених у рамках даного дослідження, перелік нефінансових показників, який у майбутньому ляже в основу розрахунку деякої інтегральної величини, спрямованої на відображення якості послуг, буде таким [6]:

- збільшення часу очікування пасажирів РО на зупинках маршруту в залежності від зміни інтервалу руху відносно запланованого, пас. години;
- пасажиро-кілометрів, які були здійснені на маршрутних перегонах в некомфортних умовах (при перевищенні запланованої заповнюваності салону), пас. км;
- збільшення часу переміщення пасажирів за рахунок зниження робочої швидкості (наприклад, через складні дорожні умови), пас. години;
- відмова від посадки на зупинці маршруту в РО через його переповнення, пас.;
- заміна марки РО, яка обслуговує вказаний маршрут, на іншу, з меншою пасажиромісткістю.

Аналіз роботи на маршруті МПТС показав, що це складна СМО, характеристики якої можна відтворити в динаміці лише в умовах імітаційного моделювання. У термінології систем масового обслуговування «пасажир» – це транзакція, що прибувають на зупинки (входять у черги), «пасажирський транспорт» – це сервісний пристрій (або сервер) з кількістю каналів, що дорівнює пасажиромісткості РО. Транспортний засіб послідовно рухається від першої зупинки до останньої, забезпечуючи посадку та висадку пасажирів відповідно до існуючих параметрів пасажиропотоку на зупинках, які залежать від пори року, типу дня тижня (робочий, або неробочий) і діапазон часу доби. Основною характеристикою руху РО, що відноситься до керованої, є інтервал руху. Саме інтервал руху разом із заводською пасажиромісткістю РО, його заповненням на час прибуття на наступну зупинку та параметрами пасажиропотоку цієї зупинки визначають якість обслуговування пасажирів на зупинці.

Пасажири краще задоволені якістю перевезень, коли інтервал руху скорочується. Таким чином, інтереси перевізника і пасажирів протилежні щодо інтервалу руху РО. При збільшенні інтервалу перевізник збільшує прибуток, а при зменшенні інтервалу руху повніше задовольняються права пасажирів.

Для економічного узгодження інтересів перевізника і пасажирів необхідно знайти оптимальний інтервал руху транспортної засобу (ТЗ) певної марки, що курсує на певному маршруті в певному діапазоні годин доби, при якому перевізник відмовляється від певної частки свого надприбутку, щоб зменшити економічні втрати пасажирів, пов'язані з очікуванням ТЗ, таким чином, щоб їхні сумарні втрати у вартісній формі були мінімальними (економічний підхід). Пошук оптимального інтервалу руху РО слід проводити в діапазоні  $I_{min} \div I_{max}$ . Інтервал  $I_{min}$  – це найменший інтервал, при якому ще забезпечуються економічні інтереси перевізника. Інтервал  $I_{max}$  – максимальний інтервал руху, протягом якого ще забезпечуються права пасажирів.

Визначення оптимального інтервалу серед багатьох можливих інтервалів руху на міському пасажирському маршруті в діапазоні часу доби здійснюється за критерієм вибору оптимального інтервалу [7]:

$$Q_{\xi}(I) = Q_{nep}(I) + Q_{nac}(I) \rightarrow \min I \rightarrow I_{opt} \quad (1)$$

де  $Q_{nep}(I)$  – залежність втрати перевізником позапланового прибутку від роботи РО заданої марки, що працює на заданому маршруті в заданому діапазоні часу доби, від інтервалу руху;

$Q_{nac}(I)$  – залежність вартісної оцінки втрат пасажирів на очікування посадки на РО від інтервалу руху;

$Q_{\xi}(I)$  – загальна вартість збитків перевізника і пасажирів.

Пошук оптимальних інтервалів руху РО певної марки на певному міському пасажирському маршруті відносно всіх часових діапазонів доби за критерієм (1) можна здійснити за допомогою імітаційної моделі «Автобусний

маршрут» [8], що відображає взаємодію пасажиропотоків на зупинках з потоком пасажирів, що рухаються в РО, відносно моментів прибуття та відправлення РО із зупинок. Базова модель також показує потік грошей, який є результатом оплати пасажиром їх перевезення.

Передбачається, що організаційний розрахунок та впровадження оптимального інтервалу руху РО на міському пасажирському маршруті здійснюється через проекти договорів з перевізниками, які на госпрозрахунковій основі готує управління транспорту міської державної адміністрації (УТ МДА) за зверненням перевізників на розгляд конкурсної комісії. З перевізником, проект якого переміг у конкурсі, укладається Договір. Виходячи з оптимальних інтервалів, закладених у Договорі, перевізник розробляє реальні графіки для кожного РО, який працюватиме на маршруті. Розроблені графіки роботи РО на маршруті перевізник подає до Диспетчерської служби при УТ МДА, яка перевіряє їх на відсутність суперечностей Договору та надає графікам статус – Плановий графік. Планові розклади вносяться до бази даних системи міського пасажирського транспорту (БД МПТС), що дає можливість контролювати фактичні виконання перевізниками планових графіків руху.

АСДУ за допомогою технічних засобів збирає дані про порушення перевізниками планових графіків руху в розрізі РО, маршрутів, видів транспорту, часових інтервалів, перевізників тощо. Типовими порушеннями планових графіків руху є: невідвідування РО на маршруті, відправлення РО з маршруту, прибуття РО на зупинку раніше або пізніше запланованого часу. Останні два порушення в практиці діючих АСДУ фіксуються як порушення тільки в тому випадку, якщо відхилення від запланованого моменту прибуття РО на зупинку перевищує заданий проміжок часу (наприклад,  $\pm 2$  хвилини). Задане допустиме відхилення  $\Delta$  від запланованого графіка руху слід розраховувати разом з розрахунком оптимального інтервалу для кожного з діапазонів часу доби на маршруті за виразом:

$$\Delta i_{m,k} = (i_{m,k,max} - i_{m,k,omm}) / 2 \quad (2)$$

де:  $\Delta i_{m,k}$  – задане допустиме відхилення інтервалу руху для кожного  $k$ -го діапазону часу доби маршруту  $m$ ;

$i_{m,k,max}$  – максимальне значення інтервалу руху для  $k$ -го часового діапазону день маршруту  $m$ , в якому ще немає порушень прав пасажирів;

$i_{m,k,omm}$  – оптимальне значення інтервалу руху для  $k$ -го діапазону часу доби на маршруті  $m$ .

Слід підкреслити фізичний зміст показника  $i_{m,k}$ . Зазначене допустиме відхилення від запланованого інтервалу руху – це відхилення, при якому відсутні порушення прав пасажирів та економічних інтересів перевізника щодо поточного та наступних рейсів маршруту. Таким чином, цей індикатор обмежує зміни в момент початку поточного перегону, вказуючи на те, що ці зміни порушують два оптимальних інтервали: поточний і наступний рейс. Більш того, ця пара інтервалів завжди буде змінюватися таким чином, що один з них збільшується, а інший зменшується на величину  $i_{m,k}$ . Економічні інтереси перевізника не постраждають, тому що наскільки зменшиться дохід від рейсу з меншим інтервалом, настільки він збільшиться для рейсу з більшим інтервалом. Що стосується прав пасажирів, то вони теж не будуть порушені. Для рейсу з меншим інтервалом якість перевезення пасажирів підвищиться, а для рейсу з більшим інтервалом – знизиться. Але це зниження якості обслуговування відбувається в межах дозволеного (права пасажирів не порушуються).

Слід зазначити, що всі фактори негативного впливу на якість проявляються, як правило, через зміни планового графіка роботи РО на маршруті. Так, вихід з ладу якогось РО на маршруті через технічну несправність призводить до виключення із запланованого розкладу всіх рейсів цього РО, а порушення моменту початку перегону змінює інтервал руху РО, що виконує наступний рейс. Наслідками зміни початку рейсів на маршруті є порушення прав пасажирів у зв'язку зі збільшенням кількості пасажирів на зупинках маршруту та у зв'язку зі збільшенням кількості пасажирів у салоні РО на маршрут. Якщо збільшення кількості пасажирів на зупинках збільшує час очікування пасажирів РО, то збільшення кількості пасажирів у салоні РО погіршує комфортність їх пересування на маршруті.

Причини порушення графіка руху можуть бути різними, але всі вони призводять до порушення прав пасажирів. Типовими причинами порушень можуть бути: дії перевізника, дорожньо-транспортні пригоди (ДТП), дії працівників патрульної служби, приписи МДА, дорожньо-кліматичні умови тощо. При проведенні аналізу порушень графіків руху необхідно визначити їх наслідки щодо порушень прав пасажирів. Такий аналіз дозволить спланувати шляхи зменшення порушень графіків руху та пов'язаних із ними порушень прав пасажирів.

Тепер визначимо показники, що відображають якість роботи маршрутних рейсів МПТС при порушенні запланованого графіка руху.

Для кількісної оцінки порушення прав пасажирів внаслідок порушення графіка руху пропонується використовувати три нефінансові показники, а саме: загальна кількість пасажирів, яким було відмовлено в посадці на РО, які працюють на маршруті протягом дня, через їх переповненість; загальний час очікування пасажирів рухомих одиниць, пов'язаний з порушенням графіка руху; сумарні пасажиро-кілометри, які були здійснені на маршрутних перегонах з порушенням комфортності поїздки (з перевищенням максимальної заповнюваності салону).

Загальну кількість пасажирів, яким було відмовлено в посадці на РО, які працювали на маршруті протягом доби, у зв'язку з переповненням ними  $P_m^{сідімова}$ , можна визначити за виразом:

$$P_m^{відмова} = \sum_{j=1}^{N^\phi} \sum_{i=1}^K P_{j,i}^{відмова} \quad (3)$$

де  $N^\phi$  – кількість фактично виконаних рейсів на маршруті протягом доби;

$K$  – кількість зупинок на маршруті;

$P_{j,i}^{відмова}$  – кількість пасажирів, яким було відмовлено в посадці на РО через її переповненість на зупинці  $I$  під час рейсу  $J$ .

Загальний час очікування пасажирів рухомих одиниць  $Q_{пор}$ , пов'язаний з порушенням розкладу руху при виконанні всіх рейсів за маршрутом протягом доби, розраховується за виразом:

$$\Delta Q_{пор} = Q_{факт} - Q_{план} \quad (3)$$

де  $Q_{факт}$  – загальний час очікування пасажирів рухомих одиниць протягом доби по відношенню до фактичного розкладу руху на маршруті, який відрізняється від запланованого розкладу руху, пас.год.;

$Q_{план}$  – загальний час очікування пасажирів рухомих одиниць протягом доби на зупинках маршруту при виконанні планового графіка руху, пас.год.

Для розрахунку  $Q_{план}$  використовується вираз:

$$\Delta Q_{план} = \sum_{j=1}^{N^n} \sum_{i=1}^K \left( (t_{j+1,i}^n - t_{j,i}^n) / 2 \right) P_{j+1,i}^n \quad (4)$$

де  $Q_{план}$  – загальна кількість пасажиро-годин, витрачених пасажирами в результаті очікування посадки в РО на маршрутних зупинках протягом доби під час виконання планового розкладу руху, пас. год.;

$N^n$  – кількість регулярних рейсів на маршруті протягом доби;

$t_{j+1,i}^n$  – запланований час прибуття РО, що обслуговує рейс  $j+1$ , до та зупинки, год.;

$t_{j,i}^n$  – запланований час прибуття РО, що обслуговує рейс  $j$  у пункт відправлення та з пункту відправлення, год.;

$P_{j+1,i}^n$  – середня кількість пасажирів, що прийшли на зупинку  $i$  за проміжок часу  $t_{j+1,i}^n - t_{j,i}^n$ , чол.

Вираз використовується для обчислення  $Q_{факт}$ :

$$Q_{факт} = \sum_{j=1}^{N^\phi} \sum_{i=1}^K \left( (t_{j+1,i}^\phi - t_{j,i}^\phi) / 2 \right) P_{j+1,i}^\phi + \sum_{j=1}^{N^\phi} \sum_{i=1}^K \left( (t_{j+1,i}^\phi - t_{j,i}^\phi) / 2 \right) P_{j+1,i}^{відмова} \quad (5)$$

де  $Q_{факт}$  – загальна кількість пасажиро-годин, витрачених пасажирами в результаті очікування на посадку в РО зупинки на маршруті протягом дня, коли фактичний графік руху відрізняється від запланованого, пас.·годин;

$K$  – кількість зупинок на маршруті;

$t_{j+1,i}^\phi$  – фактичний час прибуття РО, що обслуговує  $j+1$  фактичний обертовий рейс, на  $i$  зупинку, год.

$t_{j,i}^\phi$  – фактичний час прибуття РО, що обслуговує  $j$  фактичний ротаційний рейс, на  $i$  зупинку, год.;

$P_{j+1,i}^\phi$  – середнє число пасажирів, які прибули на зупинку та за проміжок часу  $f$ , –  $j$ , чол.

Вартісна оцінка часу, витраченого пасажирами на очікування РО через порушення графіка руху на маршруті протягом доби, може бути розрахована за формулою:

$$S_1 = C_{тар} \Delta Q_{пор} \quad (7)$$

де  $C_{тар}$  – годинна тарифна ставка очікування пасажиром транспорту, грн/год.

Загальні пасажиро-кілометри, які виконано на маршрутних перегонах з порушенням комфортності поїздки  $K_{пор}$ , розраховуються за виразом:

$$K_{пор} = \sum_{j=1}^{N^\phi} \sum_{i=1}^K P_{j,i}^a I_{i,i+1} \quad (8)$$

де  $P_{j,i}^a$  – кількість пасажирів в РО, що вирушили з  $i$  зупинки маршруту, за час виконання  $j$  фактичного рейсу, пас.;

$I_{i,i+1}$  – довжина перегону між зупинками  $i$  та  $i+1$ , км;

Вартісна оцінка порушення прав пасажирів при здійсненні перевезень в РО на маршруті з перевищенням статичної наповненості салону РО  $S_2$  розраховується за виразом:

$$S_1 = \frac{K_{нас} C_{нас} K_{пор}}{I_{p.n.}} \quad (9)$$

де  $C_{нас}$  – тариф на перевезення 1 пасажирів на маршруті, грн/проїзний;

$I_{p.n.}$  – середня відстань, яку проїхали пасажири за маршрутом, км.;

$K_{нас}$  – коефіцієнт використання норми перевезення 1 пасажирів на маршруті.

Таким чином, загальна вартість порушень прав пасажирів на маршруті за добу розраховується за формулою:

$$S_{\text{сум}} = S_1 + S_2 \quad (10)$$

Слід підкреслити, що оцінка якості перевезень пасажирів на маршруті міського пасажирського транспорту можлива лише при порівнянні фактичної роботи РО на маршруті МПТС з оптимальним графіком руху, який виступає еталоном, в якому є відсутність порушень прав пасажирів.

Реалізація запропонованих показників дає змогу спроектувати оптимальні рейси маршруту міського пасажирського транспорту та оцінити якість перевезення пасажирів під час роботи маршруту.

Визначення вартісної оцінки рівня неякісного транспортного обслуговування (РО) дозволяє запропонувати як міру ефективності транспортного обслуговування коефіцієнт:

$$K_{\text{еф}} = \frac{1}{1 + \frac{S_{\text{сум}}}{C + П + I - D_i}} \quad (11)$$

де  $C$  – загальна вартість перевезення всіх категорій пасажирів відповідного транспортного підприємства (грн);

$П$  – плановий прибуток (грн);

$I$  – інвестиційна складова, яка спрямовується на фінансування заходів щодо оновлення парку пасажирського транспорту відповідно до затверджених програм розвитку місцевого транспорту за рахунок коштів підприємств, які здійснюють перевезення пасажирів міським транспортом (автобус, тролейбус), так і на принципах повернення капіталу;

$D_i$  – дохід від іншої операційної діяльності без урахування цільового фінансування, пов'язаного з операційною діяльністю (грн).

Якщо порушень прав пасажирів немає, коефіцієнт ефективності транспортної послуги дорівнює одиниці, а якщо такі є, то приймає значення від 0 до 1.

### Висновки

Проведене дослідження дає змогу виділити основні результати та сформулювати висновки.

В основу поняття якості пасажирських перевезень покладено низку показників: комфортні умови розміщення в салоні на маршруті перегонів; безпека руху; економічно обґрунтована вартість проїзду (розмір тарифу); створення сприятливих умов для осіб з особливими потребами; наявність інформації про маршрут на зупинці та під час його виконання; культура обслуговування тощо. При цьому концепція оптимальної організації маршруту акцентує увагу на відсутності порушення прав пасажирів як підсумкового показника, що виступає узагальненням причин надання послуг, а саме: загальна кількість пасажирів, яким було відмовлено в посадці на РО, які працювали на маршруті протягом доби, у зв'язку з їх переповненням; загальний час очікування пасажирів рухомих одиниць, пов'язаний з порушенням графіка руху; сумарних пасажиро-кілометрів, які були здійснені на маршрутних перегонах з порушенням комфортності поїздки (з перевищенням максимального коефіцієнта заповнюваності салону).

Поняття коефіцієнта ефективності транспортної послуги являє собою співвідношення результату і витрат при здійсненні перевізного процесу і дає можливість кількісно оцінити його ефективність.

Наукова новизна проведеного дослідження полягає в узагальненні розроблених методичних підходів до оцінки якості пасажирських перевезень шляхом запровадження інтегрального показника якості обслуговування пасажирів у конкурентних умовах, який є зведеною оцінкою вартості таких нефінансових показників як загальний час очікування пасажирів на рухомі одиниці на маршрутних зупинках та загальні пасажиро-кілометри, які виконано на маршрутах з порушенням комфортності поїздки пасажирів.

Це дає змогу вирішити такі проблеми: узгодження економічних інтересів перевізників та соціальних інтересів пасажирів, розробка тарифів, визначення розміру компенсації перевізникам комунальної форми власності за перевезення пільгових категорій пасажирів, забезпечення конкурентної боротьби перевізника за пасажира під час укладення договорів з перевізниками, зменшення дотації комунальному перевізнику за зниження якості перевезень пільгових категорій пасажирів тощо.

Перспективним напрямком подальших наукових розробок у цьому напрямку є визначення годинної тарифної ставки очікування пасажиром транспорту та економічно обґрунтованих, регіональних і соціальних тарифів на перевезення одного пасажира на маршруті з урахуванням якості обслуговування.

### Список використаної літератури

1. N.P. Lubyanyaya, O.A. Voitovych, P.V. Lubyany. A mathematical model for determining the rational version of a passenger route network. Монографія Методи та інструменти аналізу і прогнозування ринкової ситуації в забезпеченні стійкості суб'єктів господарювання: монографія / за заг. ред. Н. В. Шандової. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. С. 160–178.

2. Звіт про науково-дослідну роботу «Обстеження пасажиропотоків на міських автобусних і тролейбусних маршрутах загального користування у м. Херсон»; ХНТУ договір від 23.07.2021 р. № 148. 2021. 51 с.
3. Понкратов Д.П., Фалецька Г.І. Вибір пасажирями шляху пересування у містах: монографія. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015, 164 с.
4. Логачов Є.Г. Визначення та використання вартісної оцінки неякісних транспортних послуг, що надаються перевізником на маршруті МПТС / Є.Г. Логачов, О.Є. Сокульський. Вісник НТУ. К., 2011. № 24. С. 183–188.
5. Лігум Ю.С. Економічна модель якості обслуговування пасажирів на маршрутах міської пасажирської транспортної системи / Ю.С. Лігум, Є.Г. Логачов. Науково-економічний журнал «Актуальні проблеми економіки». 2004. Вип. № 7. С. 124–140.
6. Логачов Є.Г. Модель послідовних рейсів маршруту міської пасажирської транспортної системи. Вісник НТУ, ТAU. К., 2003. Вип. № 8 С. 198–202.

#### References

1. N.P. Lubyana, O.A. Voytovich, P.V. Lubyany. (2021) A mathematical model for determining the rational version of a passenger route network. Monohrafiya Metody ta instrumenty analizu i prohnozuvannya rynkovoyi sytuatsiyi v zabezpechenni stiykosti sub'yektiv hospodaryuvannya: monohrafiya / za zah. red. N. V. Shandovoyi. Kherson: OLDI-PLYUS, 2021. S. 160–178. [in English].
2. Zvit pro naukovo-doslidnu robotu «Obstezhennya pasazhyropotokiv na mis'kykh avtobusnykh i trolleybusnykh marshrutakh zahal'noho korystuvannya u m. Kherson» [Report on the research work "Survey of passenger flows on city bus and trolleybus routes for public use in the city of Kherson"]; KHNTU dohovir vid 23.07.2021 r. № 148. 2021. 51 s. [in Ukrainian].
3. Ponkratov D.P., Falets'ka H.I. (2015) Vybir pasazhyramy shlyakhu peresuvannya u mistakh [Passengers' choice of travel routes in cities: monograph]: monohrafiya. Kharkiv: KHNUMH im. O. M. Beketova, 164 s. [in Ukrainian].
4. Lohachov YE.H. (2011) Vyznachennya ta vykorystannya vartisnoyi otsinky neyakisnykh transportnykh posluh, shcho nadayut'sya pereviznykom na marshruti MPTS [Determination and use of the cost assessment of low-quality transport services provided by the carrier on the MPTS route]/ YE.H. Lohachov, O.YE. Sokul's'ky. Visnyk NTU. K., № 24, S. 183–188. [in Ukrainian].
5. Lihum YU.S. (2004) Ekonomichna model' yakosti obsluhovuvannya pasazhyriv na marshrutakh mis'koyi pasazhyrs'koyi transportnoyi systemy [Economic model of the quality of passenger service on the routes of the city passenger transport system] / YU.S. Lihum, YE.H. Lohachov // Naukovo-ekonomichnyy zhurnal «Aktual'ni problemy ekonomiky». Vyp. № 7. S. 124–140. [in Ukrainian].
6. Lohachov YE.H. (2003) Model' poslidovnykh reysiv marshrutu mis'koyi pasazhyrs'koyi transportnoyi systemy [Model of consecutive flights of the route of the city passenger transport system]. Visnyk NTU, TAU. K., Vyp. № 8. S. 198–202. [in Ukrainian].

УДК (629.7.073)

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.1.7>**I. В. ПРОХОРЕНКО**

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри автоматизації та енергоменеджменту  
Національний авіаційний університет  
ORCID: 0000-0002-3397-662X

**Н. А. ТИМОШЕНКО**

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри автоматизації та енергоменеджменту  
Національний авіаційний університет  
ORCID: 0000-0002-9713-7876

**Н. П. СОКОЛОВА**

кандидат технічних наук,  
доцент кафедри автоматизації та енергоменеджменту  
Національний авіаційний університет  
ORCID: 0000-0001-5190-2934

**М. П. КРАВЧУК**

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри автоматизації та енергоменеджменту  
Національний авіаційний університет  
ORCID: 0000-0001-9670-8369

**Т. А. МАЗУР**

кандидат технічних наук,  
доцент кафедри автоматизації та енергоменеджменту  
Національний авіаційний університет  
ORCID: 0000-0001-8378-6763

## МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН В ОСОБЛИВИХ СИТУАЦІЯХ У ПОЛЬОТІ

У роботі представлені концептуальні основи інноваційних методів у сфері підвищення безпеки польотів повітряних суден (ПС) в умовах невизначеності. Введено поняття системно-взаємопов'язаної структури «ПС-система автоматичного управління-екіпаж-середовище-особлива ситуація». Запропоновано структуру можливого конвергентного управління ПС в умовах виникнення особливої ситуації (ОС) у польоті. У разі виникнення нештатної ситуації (НС) у повітрі командир ПС (КПС) формує відповідний конкретному поточному випадку образ польоту шляхом відтворення: моделі НС, що фактично розвивається, у польоті; моделі подібної до НС, відпрацьованої на тренажері; моделі невідповідності ситуації яка фактично розвивається, необхідної моделі штатного польоту ПС; моделі дій КПС (екіпажу), що парирує розвиток НС. Тотожність парируємої польотної ситуації та її інтерпретація екіпажем в рамках раптової зміни штатного режиму польоту залежить від глибини теоретичного опрацювання причини виникнення НС у польоті, її розвитку і твердості освоєних навичок, відпрацьованих на тренажері з парирування типових систе та їх подальшого розвитку. Відповідно створюються передумови до змісту теоретичного опрацювання причин виникнення НС у польоті та до глибини відпрацювання навичок відтворення НС. Враховуючи роль людини в успішності відтворення НС можна стверджувати, що заходи щодо запобігання втрат ситуаційної усвідомленості можна розділити на дві основні групи: навчання та підготовки екіпажів діям в НС при штатних бортових системах ПС; вдосконалення бортових систем і вироблення вимог до них. Перша група характеризується ситуаційним усвідомленням тобто, діями людини у контурі «ПС – система автоматизованого управління – екіпаж – середовище – особлива ситуація». При цьому найважливішу роль відіграють характеристики пілота – професійна надійність та професійна живучість. Таким чином, результати досліджень цих характеристик можуть відігравати особливу роль у створенні нових методологій, форм та методів запобігання авіаційним подіям та передумовам до них.

**Ключові слова:** людський фактор, безпека польотів, особлива ситуація, повітряне судно, командир повітряного судна, реконфігурація управління, логіко-психологічний та психофізіологічний стан.

I. V. PROKHORENKO

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Automation  
and Energy Management  
National Aviation University  
ORCID: 0000-0002-3397-662X

N. A. TIMOSHENKO

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Automation  
and Energy Management  
National Aviation University  
ORCID: 0000-0002-9713-7876

N. P. SOKOLOVA

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor at the Department of Automation  
and Energy Management  
National Aviation University  
ORCID: 0000-0001-5190-2934

M. P. KRAVCHUK

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Automation  
and Energy Management  
National Aviation University  
ORCID: 0000-0001-9670-8369

T. A. MASURIA

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor at the Department of Automation  
and Energy Management  
National Aviation University  
ORCID: 0000-0001-8378-6763

## METHODS OF IMPROVING THE SAFETY OF AIRCRAFT FLIGHTS IN SPECIAL IN-FLIGHT SITUATIONS

*The work presents the conceptual foundations of innovative methods in the field of improving the safety of aircraft flights (aircraft) in conditions of uncertainty. The concept of a system-interrelated structure "Aircraft-automatic control system-crew-environment-special situation" was introduced. The structure of the possible convergent control of the aircraft in the conditions of the occurrence of a special situation (OS) in flight is proposed. In the event of an emergency situation (Emergency) in the air, the commander of the aircraft (KPS) forms a flight image corresponding to the specific current case by reproducing: the model of the emergency, which is actually developing, in flight; a model similar to the NS, practiced on the simulator; models of inconsistency of the situation that is actually developing, the required model of the regular flight of the aircraft; models of actions of the KPS (crew), which parries the development of emergency situations. The identity of the parrying flight situation and its interpretation by the crew within the framework of a sudden change in the standard flight regime depends on the depth of the theoretical study of the cause of the emergency in flight, its development and the solidity of the mastered skills practiced on the simulator for parrying typical systems and their further development. Accordingly, prerequisites are created for the content of the theoretical analysis of the causes of emergencies in flight and for the depth of practicing the skills of emergency reproduction. Taking into account the human role in the success of emergency reproduction, it can be argued that measures to prevent loss of situational awareness can be divided into two main groups: training and preparation of crews for actions in an emergency with standard on-board systems of the aircraft; improvement of on-board systems and development of requirements for them. The first group is characterized by situational awareness, that is, human actions in the circuit "aircraft – automated control system – crew – environment – special situation". At the same time, the most important role is played by the characteristics of the pilot – professional reliability and professional survivability. Thus, the results of studies of these characteristics can play a special role in creating new methodologies, forms and methods of preventing aviation events and their prerequisites.*

**Key words:** human factor, flight safety, special situation, aircraft, aircraft commander, control reconfiguration, logical-psychological and psychophysiological state.

### Постановка проблеми

Безперервно зростаюча частка авіаційних послуг неминує веде до інтенсифікації польотів, які, своєю чергою, ведуть до зростання авіаційних подій (АП) та передумов до них. Переважна більшість (близько 80%) причинної АП є дії людини – людського чинника. Ущільнення повітряних коридорів і повітряних суден (ПС) в них, жорсткі вимоги до графіка польотів ПС, постійне підвищення вимог до економічної доцільності, а також інші вимоги суттєво погіршують психофізіологічний стан екіпажу та особливо його командира. Все це вимагало від науковців, інженерів та конструкторів пошуку та розробки нових технологій конструювання, виробництва, експлуатації та управління. Щоб зменшити вплив людського чинника на АП у роботі пропонується використовувати досвід екіпажів, які опинилися в подібних ситуаціях у польоті і знайшли єдино правильне рішення щодо виходу з них. Для цього розроблено концептуальні основи когнітивної методології, яка покладена в основу розробки банку підказок КВС після прийняття керуючих рішень.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Послідували послідовно одна за одною революційний розвиток інформаційних технологій, біотехнологій, нанотехнологій, у свою чергу приввели до бурхливого прогресу в розвитку когнітивних технологій. Когнітивні технології є способом трансформації властивостей і якостей людини, його поведінки за рахунок модифікації логіко-психологічних і психофізіологічних параметрів організму або включення людини в гібридні системи [1]. Автори на конкретних прикладах аналізують можливість застосування результатів розвитку когнітивних технологій для управління складними динамічними системами. У роботі [2, 3] автори описують кількісні та якісні атрибути проектів у рамках форсайт-досліджень, наводяться сценарії та експертні рекомендації щодо використання моделі зміни технологічних вкладів для довгострокового прогнозування науково-технічного розвитку України. Роботи [4, 5] присвячені синтезу методів відновлення живучості ПС в особливих ситуаціях у польоті шляхом реконфігурації його управління. У роботі [6, 7] обґрунтовується головна характеристика пілота в якості якої автор пропонує професійну надійність пілота. Роботи [8, 9] присвячені когнітивним методам аналізу даних і прогнозування. А також, наведено загальну структуру системи підтримки прийняття рішення з використанням когнітивних технологій. У роботах [10, 11] піддається критиці недостатня увага до проблеми «людського фактора», логіко-психологічним та психофізіологічним дослідженням. Виділяючи медико-психологічні аспекти низці, що відбулися у цивільній авіації (ЦА) катастроф, автори роблять особливий акцент на можливість відновлення керуваності та стійкості за допомогою розрахованих заздалегідь законів управління і реконфігурації управляючих впливів на функціонуючі виконавчі органи ПС. Роботи [12] присвячені уточненню діючих інформативно-правових документів, а також вимоги підвищення уваги до всіх аспектів робіт із забезпечення безпеки польотів.

### Формулювання мети дослідження

Метою роботи є дослідження можливості підвищення безпеки польотів ПС за рахунок зниження впливу «ситуаційної усвідомленості» екіпажу судна.

Для досягнення поставленої мети необхідне вирішення наступних завдань:

- перевірити можливість створення конвергентного управління системою «ПС-САУ-Екіпаж-Середовище-Особлива ситуація» в особливій ситуації в польоті;
- розробити структуру можливого конвергентного управління авіаційною системою в особливій ситуації в польоті;
- обґрунтувати та побудувати алгоритм ризиків авіаційної події, викликані діяльністю екіпажу в умовах виникнення ОС у польоті;
- виявити і обґрунтувати біологічно активні речовини, що надають найбільший вплив на життєдіяльність членів екіпажу ПС.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Розглянемо більш детально можливі шляхи зниження впливу «ситуаційної усвідомленості» екіпажу на авіаційну безпеку. Так, уявлення процесу управління польотом ПС у вигляді складної системи взаємопов'язаних підсистем є поширеним поняттям [5]. По-перше, для великих систем характерна величезна кількість елементів, зв'язків і взаємодій між ними, але цих ознак мало. Істотним є складність різномірної структури, утвореної цими елементами, багат шаровість, ієрархічність і т.д. На практиці управління польотом у невизначених умовах, призводить до вимоги значного збільшення складності та розмірності системи (рис. 1). Основними причинами яких є [1]:

- надзвичайно висока динаміка системи, складність її поведінки, непередбачуваність;
- більша кількість внутрішніх та зовнішніх зв'язків між елементами системи;
- несприятливий вплив появи та розвитку особливої ситуації;
- слабо структурованість і неструктурованість;
- не готовність екіпажу адекватно реагувати на несподівані швидкі зміни умов польоту і грамотно змінювати раніше прийняті рішення (логіко-психологічна і психофізіологічна готовність, ситуаційне розуміння).
- складність формалізації та обліку особливостей соціально-психологічних властивостей особистості членів екіпажу.

Таким чином, досягти глибини виявлення впливу кожного із наведених факторів на БП можливо лише на основі сучасних конвергентних технологій (NBIC-технологій) [6, 8].

Запропонована структура можливої конвергентної технології управління великою авіаційною системою в особливих ситуаціях у польоті наведена на рис. 1 [6].



Рис. 1. Структура можливого конвергентного управління системою в особливих ситуаціях у польоті

Культуру безпеки можна оцінити через рівень інформованості про кожну складову системи «ПС– система автоматичного управління – екіпаж – середовище – особлива ситуація» щодо можливих ризиків та загроз, що викликаються їх діяльністю.

$$W_{кб}(P) = W_{нс}(P) \cdot W_{ек}(P) \cdot W_{сп}(P) \cdot W_{ос}(P),$$

$$W_i(P) \leq 1. \quad (1)$$

У виразі (1) закладено наступні властивості: за наявності  $i$ -тої причини, що викликає виникнення ОС у польоті, передатна функція, що відповідає місцю її появи  $W_{ij}(P)$  приймає наступні значення – за відсутності впливу  $j$ -тої причини на культуру безпеки  $W_{ij}(P) = 1$  при переводі цієї причиною штатної польотної ситуації відразу в катастрофічну,  $W_{ij}(P) = 0$ . У всіх інших ситуаціях  $W_{ij}$  змінюється від значень більше нуля, але менше одиниці, створюючи таким чином блокову матрицю коефіцієнтів [6], що є системною агрегацією системи «ПС–система автоматичного управління–екіпаж–середовище–особлива ситуація». Для виявлення можливих шляхів зниження впливу ситуаційної усвідомленості екіпажу на авіаційну безпеку можна застосувати метод суперпозиції, тобто. будемо вважати, що  $0 \leq W_{ек}(P) \leq 1$ , інші, крім  $W_{кб}(P)$ , дорівнюють одиниці. Для вироблення і прийняття правильного рішення щодо нейтралізації аварійної ситуації, що склалася, та її наслідків екіпажу, що має достатній досвід управління польотом ПС, необхідно включити в цей процес не тільки свої знання та вміння, досвід виходу з аналогічних ситуацій пілотів, які неодноразово подолали подібні ситуації, а й логіко-психологічні та психофізіологічні особливості всього організму: самовпевненість, переоцінка своїх можливостей, логіко-психологічне вміння протистояти власному уявленню про дію у ситуації. Таким чином, для вирішення завдання підвищення безпеки польотів в екстремальних умовах необхідно:

– дослідити можливості та шляхи зниження впливу «ситуаційної усвідомленості» екіпажу на безпеку польотів. Для цього необхідно: встановити особливості логіко-психологічних та психофізіологічних якостей членів екіпажу; розробити шляхи активації головного мозку; шляхи зміни його фізичної структури;

– сформулювати алгоритм контролю дії екіпажу в особливій ситуації (ОС) у польоті. Для цього необхідно: розробити та побудувати базу підказок (когнітивну карту проблеми); підібрати та затвердити список експертів з числа найбільш досвідчених пілотів, які успішно долали подібні ситуації у польоті; скласти когнітивні карти найбільш небезпечних аварійних ситуацій у польоті та способів виходу з них; за результатами аналізу когнітивних карт проблем сформулювати базу підказок та алгоритм доведення їх до свідомості членів екіпажу.

Підтвердженням цьому може бути аварія, що сталася 5 травня 2019 року в міжнародному аеропорту Шереметьєво з літаком SSJ-100. Відповідно до основної версії на висоті близько 2000 м у літак потрапляє блискавка і виводить з ладу авіоніку ПС. Екіпаж подає сигнал лиха і йде на посадку в аеропорт зльоту. Ситуація ускладнюється тим, що екіпаж не вжив заходів для зниження посадкової ваги і відповідно швидкості літака в результаті цього КПС робить грубу посадку, тому шасі надламуються, літак «клює» носом у бетон і загоряється. Загинула 41 людина. Аналіз показує, що надзвичайна ситуація постійно ускладнювалася від складної до катастрофічної.

Екіпаж, перебуваючи у стресовому стані, не зміг запобігти загибелі людей, тобто, відбулося повне вичерпання активних ресурсів чи абсолютна неможливість їх використання. Таким чином, провівши сепарацію та виділивши із системи (Рис. 1) екіпаж розглянемо можливі шляхи зниження впливу «ситуаційної усвідомленості» (людського фактора) на безпеку польотів ПС в умови раптового виникнення НС у польоті. Для цього наведемо найпоширенішу математичну формалізацію динамічних властивостей пілота [5].

$$W_{na}(P) = \exp(-\tau_{II}P) \quad (2)$$

де:  $\tau_{II}$  – час запізнення реакції нервової системи пілота;  $T_1$  – постійна часу попередження, яка виробляється пілотом на основі попереднього досвіду;  $T_2$  – постійна часу запізнення пілота;  $T_3$  – постійна часу, що характеризує динаміку роботи нервово-м'язової системи;  $K_1$  – коефіцієнт передачі (посилення) пілота;  $K_2$  – коефіцієнт посилення нервово-м'язової ланки.

Аналіз виразу (2) дозволяє зробити висновок, що він більшою мірою відображає динаміку психофізіологічного стану пілота і слабо відображає логіко-психологічні його можливості. У зв'язку з цим залежність (2) вимагає істотного доповнення екіпажу, що враховує правильність дії, в екстремальних умовах польоту і наявного ресурсу головного мозку.

Авіаційні психологи встановили різке зниження ступеня підготовленості членів екіпажу до дій у критичних ситуаціях. Так, якщо оцінити знання члена екіпажу за 100-бальною шкалою в (90-100) балів, то в критичній ситуації вони падають до рівня (60-70) балів [8, 4].

Також необхідно звернути увагу керівників авіакомпаній на різке зниження у екіпажів навичок пілотування в режимі direct made, внаслідок чого втрачається цілісність, тобто закономірності взаємодії частин і цілого. У цьому випадку екіпаж пілотує ПС орієнтуючись не за приладами, а виключно за «образом польоту», що виникає в головному мозку КПС, і видобувається з довготривалої його пам'яті у вигляді заздалегідь вивчених і відпрацьованих алгоритмів, що пов'язано з прийняттям помилкових рішень і суттєвими витратами часу на вироблення та прийняття рішення.

Так, американський вчений Джон-Ділан Хейнс у своєму дослідженні підтвердив, що в ряді випадків затримка фізіологічної реакції екіпажу в екстремній ситуації може досягати 5 секунд [11]. Це означає, що модель дії екіпажу ПС має великий попередній практичний досвід і практичні навички, відпрацьовані на тренажерах, формується в мозку заздалегідь, а в критичній (аварій або катастрофічній) ситуації в умовах крайнього дефіциту часу, випереджаючи розум, змушує членів екіпажу діяти за заздалегідь сформованою моделлю. Таке становище є особливо важливим, оскільки розвиток аварійної ситуації і перехід її в катастрофічну займає частки одиниці секунд. Наприклад, при попаданні птаці в двигун, ПС негайно перетворюється на аварійний стан. Якщо не вжити екстремних заходів щодо запобігання переходу ПС з аварійного стану в катастрофічний, то, залежно від висоти польоту, на якій сталася зазначена подія, через 15–45 секунд катастрофа неминуча.

Таким чином, якщо у пілота в результаті тривалої практики та відпрацювання на тренажерах сформувався образ правильних дій у типових позаштатних ситуаціях, то в нього формується матриця образів дії для кожної конкретної ситуації в польоті на рівні підсвідомості. При раптовому виникненні однієї з відпрацьованих ситуацій підсвідомість, випереджаючи розум, змушує КПС діяти по одному з відпрацьованих образів, витягуючи його з матриці образів дій, на рівні м'язової пам'яті. З наведених вище прикладів випливає, що час попередження в ряді випадків набагато більший, порівняно з часом розвитку катастрофи отже, наше завдання полягає в пошуку можливих шляхів скорочення часу попередження (фантомного способу дій) і, одночасно скорочення часу запізнення (2) реакцію короточасної пам'яті КПС. Для цього насамперед з'ясуємо, які фактори сприяють скороченню різниці в часі між підсвідомою дією та усвідомленою реакцією короточасної пам'яті пілота. Дослідники університету Szeged (Угорщина) відкрили в 2018 році GABAergic підтип нейрона, так звані шипшинові нейрони, розташовані в першому шарі кори головного мозку та складають близько 10% загальної кількості нейронів у шарі. Основна функція цих нейронів – інгібування зворотних пірамідальних потенціалів, тобто, участь у процесах гальмування [12]. Також у 2018 році групою вчених із Ludwig-Maximilians University of Munich під керівництвом проф. Stuart Gilder виявлено наявність розташованих у строго певних відділах головного мозку магнітних частинок, які можуть відігравати важливу роль у навігації. Всі перелічені властивості, які є життєдіяльністю людини в цілому, знаходяться під керуванням біологічно активних речовин (БАР) – нейромедіаторів та гормонів. На сьогоднішній день відкрито і вивчено більше 100 таких сполук. Патологічна зміна балансу даних речовин, порушення рецепторного апарату призводить до порушень сприйняття, адекватної обробки та аналізу вхідної інформації, і, як наслідок, невірної відповідної реакції. Все це може стати предиктором переходу аварійної ситуації в неконтрольовану катастрофічну. Біологічно активні речовини позначимо набором символів, об'єднаних у 5 або 4 множини залежно від їх набору [5, 7]:

$U = \{1, 2, 3, \dots, j, \dots, u\}$  – безліч чинників, які впливають здатність КПС приймати правильні рішення в екстремальних ситуаціях;

$V = \{v1, v2, \dots, vj, \dots, vu\}$  – безліч змінних (БАР), що відповідають наведеним факторам;

$\omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_j, \dots, \omega_n\}$  – набір значень, що приймаються  $j$ -ою змінною;

$F_j \in F$  – щільність ймовірності розподілу змінної;

$\pi_j \in \Pi$  – функція приналежності лінгвістичної змінної.

Відносини між змінними, наведеними вище, також позначимо символами:

$D_{ij} = \{d_1, d_2, d_j, \dots\}$  – безліч зв'язків, що описують відносини між змінними  $i$  і  $j$ ;

$A_j$  – вектор, що визначає вплив попередньої змінної  $j-1$  на досліджувану поточну змінну  $j$ ;

$B_j$  – вектор, що визначає вплив поточної  $j$ -ї змінної на наступну  $j+1$  змінну;

$P_{ij}$  – вектор заходів можливості чи ймовірності впливу змінної  $i$  на змінну  $j$ ;

$T_{ij}$  – вектор змін ресурсу (витрат коштів чи часу) для підвищення чи зниження впливу змінної  $i$  на змінну  $j$ .

Введення цих позначень дозволило формалізувати та однозначно інтерпретувати конкретний процес прийняття КПС рішення та подальшого розвитку позаштатної ситуації у конкретних зовнішніх умовах та під впливом внутрішніх процесів головного мозку. Наприклад, основні характеристики факторів, що впливають на здатність КПС приймати правильні рішення в екстремальних ситуаціях, можуть бути представлені таким кортежем:

$$\langle U, V, Q, F, \Pi \rangle, \quad (3)$$

а причинно-наслідкові відносини чи зв'язки між ними кортежем:

$$\langle D, A, B, P, T \rangle \quad (4)$$

У свою чергу, математичне подання всього процесу дій КПС в екстремальній ситуації в загальному вигляді може бути виражене таким виразом [6]:

$$\langle \text{процес дії КПС в екстремальних умовах} \rangle ::= \langle U \wedge V \wedge Q \wedge F / D \wedge A \wedge B \wedge P \wedge T \rangle \quad (5)$$

Щодо конвергентних технологій прийняття рішень КПС в екстремальних ситуаціях вираз (3) перепишемо в наступному вигляді: <конвергентна технологія прийняття КПС рішення:

$$: = \langle U \wedge V \wedge Q \wedge F / D \wedge A \wedge B \wedge P \wedge T \rangle \quad (6)$$

де:  $U = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$ ;  $V = \{v_1 - \text{серотонін}, v_2 - \text{адреналін}, v_3 - \text{норадреналін}, v_4 - \text{мелатонін}, v_5 - \text{тестостерон}, v_6 - \text{естрадіол}, v_7 - \text{кортизол}, v_8 - \text{окситоцин}, v_9 - \text{пролактин}, v_{10} - \text{вазопресин}\}$ ;  $\omega = \{\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5, \omega_6, \omega_7, \omega_8, \omega_9, \omega_{10}\}$ ;  $F = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$ ;  $D = \{d_{12}, d_{21}, d_{13}, d_{31}, \dots, d_{110}, d_{101}, \dots, d_{23}, d_{32}, \dots\}$ ;  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_{10}\}$ ,  $T = \{t_1, t_2, \dots, t_{10}\}$ .

Таким чином, оцінивши вплив на логіко-психологічні та психофізіологічні властивості пілота:  $\tau_{II}, T_1, T_2, T_3$ , як і його життєдіяльність в цілому біологічно активних речовин, можна попередити патологічні зміни балансу даних речовин, порушення рецепторного апарату і тим самим знизити ймовірність невірної відповіді реакції. Отже склавши математичну залежність типу (6) для кожного КПС, представляється можливим заздалегідь з'ясувати можливу його поведінку в тій чи іншій критичній ситуації та прогнозовані прийняття ним рішення, чим істотно зменшити, за рахунок цілеспрямованого впливу на безліч параметрів і відносин між його складовими  $D$  і  $j$  кількість прийнятих ним помилкових рішень.

Значимо, що управління ПС як складової системної підсистеми «ПС-САУ-екіпаж-середовище-особлива ситуація» може здійснюватися в різних режимах: ручного, директорного, автоматичного. Але незалежно від того, який режим керування застосований у польоті, пілот постійно перебуває у контурі керування. У перших двох режимах управління він здійснює безпосередньо управління ПС, у третьому режимі він, перебуваючи в контурі управління, виконує роль спостерігача при штатному перебігу польоту, а при виникненні позаштатних явищ він коригує керуючі дії САУ. Таким чином, від рішення та дій екіпажу залежить результат польоту, його безпека (Пок.9859 4thed. ICAO). Оскільки, з концепції залишкового ризику, абсолютної безпеки немає, авіаційні обставини (АО) – об'єктивна реальність, тобто, існує небезпека (ризик) розвитку позаштатних ситуацій під час виробництва польотів [2]. При цьому розставляючи пріоритети у процедурі оцінювання ризиків авіаційних подій (АП) необхідно враховувати той факт, що в міру вдосконалення авіаційної техніки, засобів її інтелектуалізації зростає частка АП за причинними факторами, що безпосередньо пов'язані з діяльністю людини в контурі системи «ПС-САУ-екіпаж-середовище-особлива ситуація». При цьому, з інформації опублікованої в роботі [2] 80% інцидентів припадає на ПС, а частку більш серйозних АП припадає 80% і всі вони викликані діяльністю людини. ICAO визнано, що до 75% АП є наслідком помилок зовні здоровими індивідуумами з належною кваліфікацією [Дос.8959-АН/460-ICAO,2006].

У зв'язку з комп'ютеризацією та інтелектуалізацією систем ПС повинні підвищуватися вимоги до професійної придатності, надійності та живучості до концепції підготовки та професійного зростання пілотів. На даний момент при визначенні професійного рівня пілота, його функціональної надійності та функціональної живучості. Конкретне рішення приймається виходячи з суб'єктивної оцінки ступеня готовності пілота до самостійних польотів, зокрема в умовах ризику. Для підвищення об'єктивності оцінки професійного рівня пілота автори вважають

за доцільне враховувати логіко-психологічну та психофізіологічну оцінку правильності дії екіпажу в екстремальних умовах польоту. Для цього, користуючись залежностями (2), (6), виявляти індивідуальні психофізіологічні дані кожного члена екіпажу та вносити їх до спеціальної карти (когнітивної карти проблеми). Маючи такі карти можна оцінити ризик АП, який вносить особливості дій екіпажу в екстремальних умовах польоту. Враховуючи ієрархічність авіаційних подій тобто  $III < I < CI < Av < K$  за умови їхньої ординарності та несумісності в одному польоті обчислимо оцінки ймовірності подій з урахуванням суб'єктивних факторів з використанням формули повною ймовірністю

$$p(\text{АП}) = \sum_{i=1}^{m(j)} \sum_{j=1}^n P(\text{ЛФ}) P(\text{АП} / \text{ЛФ}), \quad (7)$$

або, із зазначенням можливості впливу людини на кожен тип авіаційних подій:

$$\hat{P}_{\text{АП}} = \frac{1}{N} \left( n_k P_{\frac{k}{\text{ЛФ}}} + n_{Av} P_{\frac{Av}{\text{ЛФ}}} + n_{CI} P_{\frac{CI}{\text{ЛФ}}} + n_I P_{\frac{I}{\text{ЛФ}}} + n_{III} P_{\frac{III}{\text{ЛФ}}} + P_{\frac{III}{\text{ЛФ}}} \right) \quad (8)$$

де  $N$  – кількість виконаних польотів;  $n_k, n_{Av}, n_{CI}, n_I$  – кількість авіаційних подій за оцінюваний період з урахуванням суб'єктивного фактора:  $k$  – катастроф,  $Av$  – аварій,  $CI$  – серйозних інцидентів,  $I$  – інцидентів,  $III$  – провісників інцидентів,  $P_{k/\text{чф}}, P_{Av/\text{чф}}, P_{CI/\text{чф}}, P_{I/\text{чф}}, P_{III/\text{чф}}$  – оцінка умовної ймовірності відповідної авіаційної події з урахуванням людської фактор;  $i$  – номер авіаційної події при  $j$ -тому стані пілота,  $i=1,2,\dots,m(j)$ ;  $j$ -номер типу стану пілота,  $j=1,2,\dots,n$ ;  $m(j)$  – розглянута кількість авіаційних подій при  $j$ -тому стані пілота.

Таким чином, маючи апостеріорну статистику авіаційних подій у польоті (можна по кожному типу літаків) і когнітивну карту логіко-психологічних та психофізіологічних властивостей кожного члена екіпажу можна оцінити ризики, викликані діяльністю екіпажу.

#### Висновки

У роботі встановлено зв'язок та можливі шляхи зниження впливу логіко-психологічного та психофізіологічного стану екіпажу на авіаційну безпеку. Обґрунтований і побудований алгоритм оцінки ризику авіаційної події, яка може бути викликана діяльністю членів екіпажу в умовах виникнення особливої ситуації в польоті. Визначено біологічно активні речовини, які мають найбільший вплив на життєдіяльність пілота в цілому. Патологічне зміна балансу цих речовин, порушення рецепторного апарату призводить до порушення сприйняття адекватної обробки та аналізу вхідної інформації, і як, наслідок невірної відповідної реакції.

#### Список використаної літератури

1. Baez J. Subcellular Life Forms. UCR. 2005. Retrived from: <http://math.ucr.edu/home/baez/subcellular.html>
2. Казак В.М. Синтез характеристик психофізіологічного портрета особи, яка приймає рішення за умов високого ризику. *Проблеми сучасної психології*. 2013. С. 20-25.
3. Казак В.М. Системні методи відновлення живучості літальних апаратів в особливих ситуаціях у польоті. К.: «НАУ-друк». 2010.
4. Казак В.М., Прохоренко І.В., Тимошенко Н.А. Когнітивні технології запобігання розвитку ОС у польоті за умов невизначеності. *Вісник інженерної академії України*. 2017. С. 18-20.
5. Кушнір О.А. Деякі психолого-педагогічні аспекти формування професійної надійності майбутніх пілотів. *Сб.труд Товариства незалежних розслідувачів авіаційних подій*. 2011. С. 163-171.
6. Roco M., Brinbridge W. *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. 2004.
7. Schummer J. From Nano-Convergence to NBIC-Convergence “The best way to predict the future is to create it”. *Governing Future Technologies*. – Springer Netherlands. 2009.
8. Козлов В.В. Розслідування без медико-психологічної експертизи – гроші на вітер (або дорозслідування розслідувань). 2013.
9. Miyakawa, et. all. *Research of Flight Control System for High Maneuver Aircraft*. 2008.
10. Stuart A. Gilder, Michael Wack, Leon Kaub, Sophie C. Roud, Nikolai Petersen, Helmut Heinsen, Peter Hillenbrand, Stefan Milz & Christoph Schmitz. (2018). Distribution of magnetic remanence carriers in the human brain// *Scientific Reports* volume.
11. Gábor Tamás, Ed S. Lein. Transcriptomic and morphophysiological evidence for a specialized human cortical GABAergic cell type. *Nature Neuroscience*. 2018.
12. ІКАО, Асамблея -40 сесія. Виконавчий комітет (Дос.98594<sup>th</sup>)

## References

1. Baez J. (2005) Subcellular Life Forms. UCR. –December 21 [Elektronniy resurs] / J. Baez. Rezhim dostupu (stanom na 2015 r.) : [http:// math.ucr.edu/home/baez/subcellular.html](http://math.ucr.edu/home/baez/subcellular.html)
2. Kazak V.M. (2010) Sintez karakteristik psihofiziolozhichnogo portreta osobi, yaka priymae rishennya za umov visokogo riziku // Kam. -Pid.: Problemi suchasnoyi psihologiyi, no. 28.
3. Kazak V.M. (2010) Sistemni metodi vidnovlennya zhivuchosti litalnih aparativ v osoblivih situatsiyah u poloti. K.: Vid-vo Nats.avlats.un-tu «NAU-druk», 284 s.[in Ukrainian]
4. Kazak V.M., Prohorenko I.V., Timoshenko N.A. (2017) Kognitivni tehnologi zapoblgannya rozvitku OS u poloti za umov nevznachenosti. K.: Visnik InzhenernoYi akademiyi Ukraini. pp. 18-20.
5. Kushnir O.A. (2011) Deyaki psihologo-pedagogichni aspekti formuvannya profesynoyi nadlynosti maybutnih pilotiv. Sb.trud Tovaristva nezalezhnih rozsliduvachiv avlatsynih podiy, no 24, pp. 163-171.
6. Roco M., Brinbridge W. (2004) Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. Arlington,.
7. Schummer J. (2009) From Nano-Convergence to NBIC-Convergence “The best way to predict the future is to create it” // Covering Future Technologies. – Springer Netherlands,.
8. Kozlov V.V. (2013). Rozsliduvannya bez mediko-psihologichnoyi ekspertizi – groshi na viter (abo dorozsliduvannya rozsliduvan) no 25.
9. Miyakawa, et. all. (2008). Research of Flight Control System for High Maneuver Aircraft,
10. Stuart A. Gilder, Michael Wack, Leon Kaub, Sophie C. Roud, Nikolai Petersen, Helmut Heinsen, Peter Hillenbrand, Stefan Milz & Christoph Schmitz. (2018). Distribution of magnetic remanence carriers in the human brain // Scientific Reports volume, 11363
11. Gábor Tamás, Ed S. Lein. (2018). Transcriptomic and morphophysiological evidence for a specialized human cortical GABAergic cell type. Nature Neuroscience, no. 21
12. IKAO, Asambleya -40 sesiya. Vikonavchiy komitet (Dos.98594th)

В. Л. РОМАХ

старший викладач кафедри експлуатації портів  
і технології вантажних робіт  
Одеський національний морський університет  
ORCID: 0000-0003-3958-0041

В. І. ТИХОНІН

старший викладач кафедри експлуатації портів  
і технології вантажних робіт  
Одеський національний морський університет  
ORCID: 0000-0003-1619-8130

І. І. ТИХОНІНА

старший викладач кафедри експлуатації портів  
і технології вантажних робіт  
Одеський національний морський університет  
ORCID: 0000-0002-1945-9845

## ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СПІВВІДНОШЕННЯ ТИПІВ ПОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ ПРИ РОБОТІ З КОНТЕЙНЕРАМИ В ОПЕРАТИВНІЙ ЗОНІ ВАНТАЖНОГО ТЕРМІНАЛУ МОРСЬКОГО ПОРТУ

У даній роботі використовується один з методів динамічного програмування для вирішення задачі визначення домінуючої послідовності використання комбінацій портового обладнання при реалізації виробничих процесів з контейнерним вантажопотоком у відповідній зоні портового контейнерного терміналу. Враховано зони виробництва контейнерного портового терміналу. Встановлено відповідність площі складського майданчика діючим нормам. Визначені типи контейнерів. Визначено існуючі методики складування великотонажних контейнерів на складському майданчику оперативної зони контейнерного терміналу порту та обрано для розгляду позовжно-поперечний тип складування. Встановлено «лінійку» портового обладнання для даного типу виробництва. Визначено типи та комбінації вантажного обладнання порту, що можуть бути використаними на обраному об'єкті. Серед запропонованих показників ефективності використання сукупності портового обладнання для подальшого рішення задачі обрані показник експлуатаційних витрат та показник продуктивності судна. Визначено діапазон та альтернативні стратегії портового обладнання відповідно до їх комбінацій. Встановлено обмежені діапазони їх застосування. Сформовані відповідні похідна, допустима та робоча множини даних для реалізації метода визначення домінуючої послідовності використання комбінацій портового обладнання при реалізації виробничих процесів з контейнерним вантажопотоком у відповідній зоні портового контейнерного терміналу за допомогою запропонованого алгоритму Кеттеля. Введені обмеження за показниками ефективності використання сукупності портового обладнання та показниками часу. В результаті визначено домінуючі послідовності комбінацій портового обладнання одна з яких є пріоритетною за встановленими обмеженнями. Показано, що запропонований підхід може бути використаний і для інших конфігурацій моделювання та оптимізації. Обґрунтовано актуалізацію подальшого інтегрування композицій і об'єднань похідних даних.

**Ключові слова:** морський порт, вантажний термінал, оперативна зона, великотонажний контейнер, портове обладнання, оптимальне співвідношення, динамічне програмування, алгоритм Кеттеля.

V. L. ROMAkh

Senior Lecturer at the Department of Port Operation  
and Trucking Technologies  
Odesa National Maritime University  
ORCID: 0000-0003-3958-0041

V. I. TYKHONIN

Senior Lecturer at the Department of Port Operation  
and Trucking Technologies  
Odesa National Maritime University  
ORCID: 0000-0003-1619-8130

I. I. TYKHONINA

Senior Lecturer at the Department of Port Operation  
and Trucking Technologies  
Odesa National Maritime University  
ORCID: 0000-0002-1945-9845

## DETERMINATION OF THE OPTIMAL RATIO OF TYPES OF PORT EQUIPMENT WHEN WORKING WITH CONTAINERS IN THE OPERATIONAL AREA OF A CARGO TERMINAL OF A SEA PORT

*In this work, one of the dynamic programming methods is used to solve the problem of determining the dominant sequence of using combinations of port equipment in the implementation of production processes with container cargo flow in the corresponding zone of the port container terminal. The production zones of the container port terminal are taken into account. Compliance of the area of the storage area with the current regulations has been established. Defined types of containers. The existing methods of storing large-tonnage containers at the storage area of the operational zone of the port's container terminal were determined, and the longitudinal-transverse type of storage was selected for consideration. A "line" of port equipment for this type of production has been installed. The types and combinations of port cargo equipment that can be used at the selected facility are defined. Among the proposed indicators of the efficiency of using a set of port equipment for the further solution of the problem, the indicator of operating costs and the indicator of ship productivity were selected. The range and alternative strategies of port equipment are defined in accordance with their combinations. The limited ranges of their application are established. The corresponding derived, admissible and working data sets were formed for the implementation of the method of determining the dominant sequence of the use of combinations of port equipment in the implementation of production processes with container cargo flow in the corresponding zone of the port container terminal using the proposed Kettel algorithm. Restrictions have been introduced on indicators of the efficiency of the use of the totality of port equipment and time indicators. As a result, dominant sequences of combinations of port equipment were determined, one of which is a priority according to the established restrictions. It is shown that the proposed approach can be used for other modeling and optimization configurations. The actualization of further integration of compositions and combinations of derived data is substantiated.*

**Key words:** sea port, cargo terminal, operational zone, large-tonnage container, port equipment, optimal ratio, dynamic programming, Kettel's algorithm.

### Постановка проблеми

Останніми роками зберігається тенденція зростання обсягів контейнерних перевезень, що посилює конкурентність стивідорного бізнесу, як наслідок, потребує оптимізації логістичних процесів, що відбуваються на терміналах портів зокрема. Очевидно, що така тенденція обумовлює необхідність підвищення виробничих та часових показників. Відповідно, спостерігається зростання попиту на технологічні рішення питання, реалізація якого може лежати в площині оптимізації типу та співвідношення спеціалізованого портового обладнання при інших заданих похідних.

В залежності від обсягів партій, типу контейнера, принципу складування контейнерів на складських майданчиках, параметрів самих майданчиків, тощо, оптимізація перевантаження може реалізуватися завдяки залученню різних типів навантажувальної техніки.

Співвідношення типів обладнання можуть мати різні комбінації. Враховуючи параметри складського майданчика, а саме місткості відкритого складу та його розташування, можливе використання декількох типів перевантажувального обладнання та їх співвідношень.

Для забезпечення оптимізації виробничого процесу стивідор, безпосередньо, повинен прийняти рішення щодо доцільності заміни складського вантажного обладнання у виробничій зоні терміналу порту. Тож вирішення задачі обрання оптимального співвідношення типів портового обладнання при портовому виробництві для подальшого підвищення виробничих показників, враховуючи різноманіття перевантажувального обладнання, конфігурацію та компоновання основних зон вантажного терміналу порту потребують застосування спеціалізованих методів дослідження.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Рішенню задач з оптимізації роботи як окремих складових вантажного терміналу порту, так і комплексним питанням присвячено значну кількість робіт. Так в роботі [1] використана багатоцільова оптимізація роботи вантажного терміналу, в [2, 3] моделюється робота вантажного терміналу у взаємодії морського та залізничного транспорту. комплексний підхід до планування руху транспортних засобів в інтермодальному морському порту надає Робота [4]. В [5] застосовується лінійне моделювання роботи портового оператора в умовах мультимодальності. Джерело [6] присвячено проблемам параметричного уявлення інфраструктури мережових потужностей. В Роботі [7] використано мультикризовий аналіз для обґрунтування структури парку вантажного обладнання порту. В [8] визначено комплекс імітаційних динамічних моделей з оптимізація параметрів перевантажувальних комплексів порту.

Таким чином для визначення оптимального співвідношення параметрів засобів для перевантаження великотоннажних контейнерів з урахуванням параметрів складського майданчика вантажного терміналу морського порту необхідно обрати методику, що забезпечує отримання результату з максимальним урахуванням всіх факторів.

#### Формулювання мети дослідження

Наявність відповідних параметрів інфраструктури портового терміналу та вантажних засобів, що забезпечують комунікацію складських майданчиків з оперативною зоною порту (в даній постановці – лінією кордону) потребують метода, який би надав послідовність кроків та обрання оптимального рішення за сукупністю показників шляхом вилучення завідомо неоптимальних позицій. Тож метою роботи є розробка методики формування оптимальної множини альтернативних співвідношень параметрів портового обладнання, враховуючи улаштування внутрішньої портової інфраструктури, використовуючи для цього інструменти динамічного програмування [9].

#### Викладення основного матеріалу дослідження

Перед застосуванням методу, необхідно привести основні параметри складових, що будуть використовуватися у якості «опорних». Це основні виробничі зони порту, типорозміри складського майданчика для великотоннажних контейнерів, основні параметри контейнерів, параметри перевантажувального обладнання що може бути застосоване, тощо.

Так у межах трьох основних частин порту виділяють п'ять функціональних зон на двох з яких безпосередньо відбуваються процеси виробництва [10]. На рисунку 1 представлені зони, об'єкти та умови виробничого процесу.

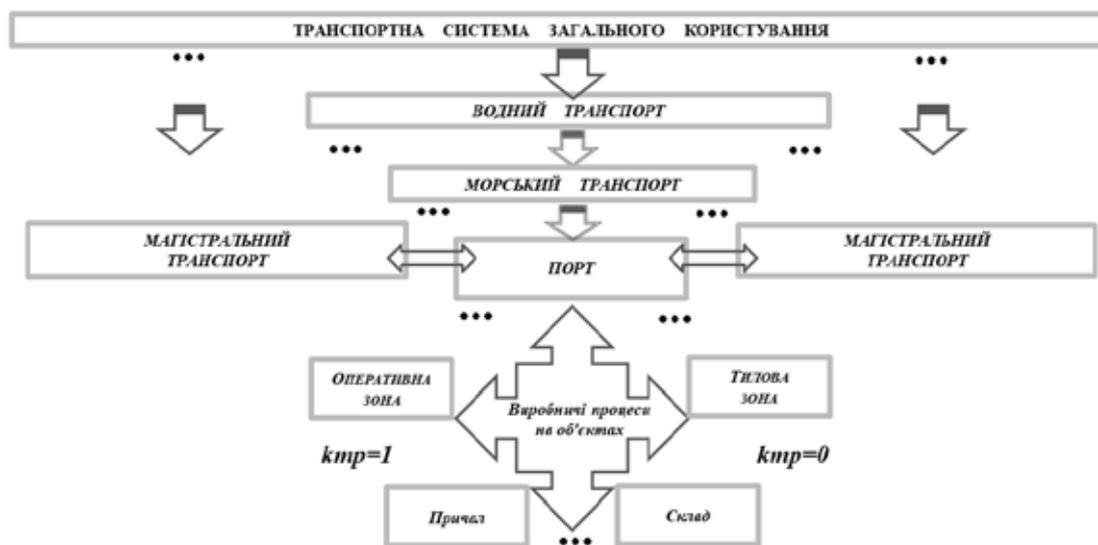


Рис. 1. Зони, об'єкти та умови виробничого процесу

Джерело: побудовано авторами

Так оперативна (операційна) зона вантажних причалів призначена для розміщення технічних об'єктів та засобів порту, що безпосередньо беруть участь у перевантажувальному процесі: причалів, складів, перевантажувального обладнання, вантажно-розвантажувальних ділянок залізничного та автомобільного транспорту, оперативні (прикордонні та тиллові) залізничні колії. Виробнича зона вантажних районів примикає до оперативної зони причалів, знаходиться за межами території, де здійснюється перевантажувальний процес. На території виробничої зони розташовуються об'єкти районного призначення: склади, що не належать до оперативної зони, районні залізничні колії, автодороги, виробничі та допоміжні будівлі та споруди. Спеціалізовані райони для контейнерів мають ряд характерних рис, відмінних від районів тарно-штучних вантажів: великі території, які потрібні для перевантаження і зберігання контейнерів:

1. Тяжке підйомно-транспортне обладнання, яке використовується для перевантажувальних операцій з великотоннажними контейнерами (мостові перевантажувачі, автотранспортні засоби, автоконтейнеровози тощо);
2. Значні зосереджені навантаження, що передаються від складування контейнерів;
3. Потужне покриття території.

Стандартно контейнерний термінал у порту має:

- причальний фронт для обробки суден-контейнеровози: один-три причали при ширині фронту в межах 15–50 метрів;
- технологічну територію для переміщення контейнерів;

- тиловий вантажний фронт для обробки автомобільного та залізничного транспорту;
- склади комплектації для проведення затарки/розтарки контейнерів (може бути винесено за межі терміналу);

- зона виконання ремонтних робіт та технічного обслуговування;
- приміщення службового та побутового призначення.

У свою чергу, технологічні майданчики розділені на кілька зон зі спеціалізацією:

- зберігання контейнерів;
- проведення оглядових операцій;
- приймання-видачі контейнерів;
- переміщення техніки до причального фронту.

Основні параметри для класифікації контейнерів – призначення, конструкція, вантажопідйомність. Класифікація контейнерів для перевезення вантажів і визначення їх призначення засновані на міжнародних стандартах ISO 668, в рамках якого всі вантажні контейнери піддаються класифікації за особливостями їх використання, ваговим та габаритним параметрами, форматом конструкції. Відмінності і аспекти прямо впливають на їх призначення, що дозволяє виявити допустимі / прийнятні види вантажів і перелік завдань, доступних для ефективного вирішення з використанням конкретної моделі транспортного обладнання.

*Одні з найпопулярніших рішень для перевезення вантажів морем та, відповідно, перевантаженням, складування, транспортуванням залишаються типи контейнерів DC і HC.*

- DC (Dry Cube), GP (General Purpose), DV (Dry Van) – стандартні універсальні (суховантажні) моделі типу 1CC або 1AA;
- HC (High Cube) – високий контейнер зі збільшеною місткістю типу 1CCC або 1AAA;

Для перевантаження та складування великотоннажних контейнерів спеціалізовані термінали мають відповідне обладнання. Створюються чіткі правила складування для оптимізації використання існуючих площ морських контейнерних терміналів. За нормативом для розміщення 150 TEU (контейнер у 20-футовому еквіваленті), потрібно не менше 0,4 га території.

Правила штабелювання великотоннажних контейнерів:

- складування ведеться відповідно до технологічних карт і схем, затверджених у конкретному порту;
- висота складування до 5 ярусів, але у кожному порту визначається індивідуально з урахуванням можливостей перевантажувальної техніки та допустимими навантаженнями майданчиків;
- для порожніх контейнерів штабелювання без додаткового кріплення допускається за висотою не вище двох ярусів для унеможливлення ризиків їх перекидання в негоду;
- для штабелювання з ручною установкою контейнерів у бунт передбачається наявність уступів заввишки 1 ярус для забезпечення безпеки персоналу;
- процеси навантаження/розвантаження та складування максимально механізуються з використанням мобільних козлових кранів, автовантажувачів типу «Річстакер» та інших машин.

На сьогодні контейнерні термінали використовують кілька схем для розміщення вантажів в залежності від обладнання, типу вантажопотоку та транспортних засобів. Розглянемо основні методи розташування контейнерів на складських майданчиках вантажних терміналів морських портів.

Для вихідного контейнеропотоку (та для рефережераторних контейнерів) використовується стрічкова методика розташування (кожна стрічка для певного напрямку роботи). Розташовується вздовж або тоцем до кордону. Мінімальна кількість контейнерів в ряду від 8 одиниць із збільшенням до 80–90 одиниць. Мінімальний зазор між контейнерами збоку від 1,27 метра, з торців максимум 0,3 метра. По висоті штабелювання проводиться не вище трьох ярусів залежно від можливостей конкретного терміналу. Для робіт використовується порталний навантажувач.

За відсутності стабільного вихідного вантажопотоку використовується поперечна схема Розміщення штабелів передбачається поперек причального фронту.

Для вхідного потоку, при невеликих обсягах переробки (та для рефережераторних контейнерів), використовується баштова схема. Штабелі формуються у 2 ряди по 8–12 контейнерів у кожному. Ширина проїзду між рядами становить від 4 метрів і вище. Висота складування не більше двох ярусів із залишенням вільних місць у вежах для можливості зручної перевалки. Використовується навантажувач з бічним захватом.

При рівномірності потоку вантажу що надходить та виходить використовується поздовжньо-поперечна методика розташування контейнерів. Контейнери зберігаються в блоках з розташуванням штабелів поздовжньо і перпендикулярно до причального фронту. Для поздовжніх рядів використовується черговість контейнерів імпортного та експортного спрямування, що дозволяє оптимізувати роботу, одночасно займаючись обробкою суден-контейнеровозів, автомобільного та залізничного транспорту.

Блокова схема є адаптованою для роботи кранів або автотранспорту з бічними захватами. Розміщення контейнерів проводиться рядами з мінімальними бічними розривами та розміщенням модулів у торець один одному. Довжина блоку визначається розмірами складського майданчика. Висота штабелів становить до 3-х ярусів для завантажених контейнерів та до 5-ти ярусів для порожніх.

На терміналах, що здійснюють обробку суден типу РО-РО використовують трейлерну схему. Основою розміщення трейлерів із контейнерами є принцип під'їзду до них портових та сідельних тягачів,

Сьогодні портові термінали найчастіше оснащують наступним транспортним та перевантажувальним обладнанням:

- причальні крани-перевантажувачі (STS); з їх допомогою можна укласти до 20...22 рядів контейнерів за шириною і в 6 ярусів за висотою над палубою судна; вони працюють лише біля причалу;
- мобільні портові крани (mobile harbours cranes, MCH);
- кранові мобільні контейнерні крани на гумових пневмошинах (rubber tired gantry cranes, RTG) або на рейковому ході (rail mounted gantry cranes, RMG);
- автоконтейнеровози (staddle carriers, SC);
- навантажувачі для штабелювання порожніх контейнерів (empty container handling forklifts trucks, FLT), річстакери (reach stackers, RS) зі спредерами або мультистакери зі змінними захоплювальними органами різних типів (спредерними, крановими, виловними, грейферними тощо);
- важкі виловні навантажувачі контейнерів, спеціальні виловні навантажувачі з низькою висотою для перевалки контейнерів на ролкерних суднах (rogo forklift trucks), навантажувачі з бічним вантажопідйомником та спредером;
- термінальний тягач (terminal tractor, TT) та тягачі ро-ро (rogo tractor).

Наведемо показники ефективності використання типу обладнання контейнерного терміналу порту (складського майданчика) в залежності від кількості контейнерів. При цьому площа складського майданчика визначена у розмірі 1 га.

Діапазон D-1. При кількості контейнерів в діапазоні від 0–250 TEU обґрунтовано використання тягача використовується тягач РО-РО / шасі;

Діапазон D-2. При кількості контейнерів в діапазоні від 0–500 TEU обґрунтовано використання річстакера;

Діапазон D-3. При кількості контейнерів в діапазоні від 0–750 TEU обґрунтовано використання автоконтейнеровоза;

Діапазон D-4. При кількості контейнерів в діапазоні від 0–1000 TEU обґрунтовано використання кранів RTS, ASC;

Використання складського обладнання нерозривно пов'язано з показником ефективності виробничої взаємодії сукупності вантажного обладнання безпосередньо при роботі в оперативній зоні терміналу (таблиця 1).

Таблиця 1

## Показники ефективності використання сукупності портового обладнання в оперативній зоні порту

№	Показник	RS+TT	SC	RTG+TT	RTG+SHC	ASC+SHC	ASC+AGV
		варіант					
		1	2	3	4	5	6
1	Продуктивність судна	**	***	**	***	***	*
2	Автотранспорт біля воріт/на дорозі	**	***	**	***	**	**
3	Щільність складування	**	**	***	***	***	***
4	Вибірковість	*	***	**	**	**	**
5	Використання робочої сили	*	**	*	*	***	***
6	Капітальні витрати	***	**	***	**	*	*
7	Експлуатаційні витрати	**	*	***	*	**	**
8	Земельні роботи	**	***	***	**	*	*
9	Можливість автоматизації	*	**	*	**	***	***

Рівні взаємодії в таблиці 1 позначені наступним чином – \*помірний, \*\* добрий, \*\*\* відмінний. При подальшому використанні переводимо в натуральне значення. Основні скорочення, що було використано в таблиці: RS річстакер; SC автоконтейнеровоз; RTG кран на пневмоході; ASC кран для автоматичного укладання контейнерів; SHC челночний автоконтейнеровоз; TT термінальний тягач; AGV автоматизований транспорт.

Очевидно, що в різних діапазонах (D) можливе використання різної множини номенклатури та комбінації портового обладнання. В таблиці 2 надано кількість альтернативних стратегій співвідносин портового обладнання.

Таблиця 2

**Альтернативні стратегії комбінацій портового обладнання в обраних діапазонах**

Діапазон	Об'єм вантажу, TEU	Кількість альтернатив
D – 1	0 – 250	7
D – 2	0 – 500	6
D – 3	0 – 750	5
D – 4	0 – 1000	4

Джерело: побудовано авторами

На прикладі діапазону D – 2 є очевидним можливістю застосування 6 альтернативних стратегій, чотири з яких (1, 3, 4, 5) характеризують продуктивність взаємодії портового обладнання. Робимо припущення про рівномірність потоку вантажу що надходить та виходить. Тож можливість використання поздовжньо-поперечного типу складування при наявності всієї лінійки портового обладнання ставить перед портовим оператором питання щодо прийняття рішення обрання оптимальної альтернативи співвідношення обладнання (об'єкт дослідження) що працює безпосередньо на складі та обладнання, що забезпечує поставку вантажу до лінії кордону з чотирьох можливих альтернатив (комбінацій). При цьому різні розміри складів, напрямлення вантажопотоків та наявність множини портового обладнання підвищує складність прийняття рішення. Тож розглянемо теоретичні методи для визначення поставленої цілі. Використовуємо декомпозицію та застосовуємо алгоритм Кеттеля.

Використовуючи метод декомпозиції, наведений в [6] визначаємо теоретично етапи формування ефективної множини альтернатив комбінацій вантажного обладнання порту в оперативній зоні портового терміналу. Спираючись на постулати теорії множин:

1. Виокремлюємо елементи  $G_1$ , що входять в похідну множину  $\Omega_1$ :

$$\Omega_1 \subseteq G_1 \tag{1}$$

$$G_1 = \{g_{ij}\}, i = 1, n; j = 1, m \tag{2}$$

де  $G_1$ - похідна множина об'єкту дослідження;

$g_{ij}$  – елемент похідної множини, що розглядається в оперативній зоні порту j-го типу:

$$g_{ij} \{p_{ijk}\}, i = 1, n; j = 1, m \tag{3}$$

де  $p_{ijk}$  – параметри  $g_{ij}$  -го елемента;

$k$  – тип параметра  $g_{ij}$  -го елемента.

2. Формуємо із множини  $\Omega_1$  допустиму множину  $\Omega_2$ , застосовуючи нормативні обмеження (типу складування):

$$\Omega_2 \subseteq G_2 \tag{4}$$

$$G_2 = \{g_{ij}^2\}, i = 1, n; j = 1, m; \tag{5}$$

де  $G_2$  – допустима множина об'єкту дослідження;

$g_{ij}^2$  – елемент допустимої множини, що розглядається на відповідному складі j-го типу з відповідною схемою розташування контейнерів:

$$g_{ij}^2 \{p_{ijk}^2\}, i = 1, n; j = 1, m; k = 1, l \tag{6}$$

де  $p_{ijk}^2$  – параметри  $g_{ij}^2$  -го елемента;

$k$  – тип параметра  $g_{ij}^2$  -го елемента.

При цьому

$$\{g_{ijk}^2 \perp \forall g_{ij} (p_{ijk} \neq N_{ij})\} \tag{7}$$

де  $N_{ij}$  – множина обмежень  $t$ .

3. Надалі формуємо робочу множину  $\Omega_3$  з допустимої  $\Omega_2$ , застосовуючи обмеження зі наявності сполучень типів обладнання (з виключенням автоматизації):

$$\Omega_3 \subseteq G_3 \tag{8}$$

$$G_3 = \{g_{ij}^3\}, i = 1, n; j = 1, m; \tag{9}$$

де  $G_3$ - робоча множина об'єкту дослідження;

$g_{ij}^3$  – елемент допустимої множини, що розглядається на відповідному складі j-го типу з відповідною схемою розташування контейнерів:

$$g_{ijk}^3 \{P_{ijk}^3\}, i = 1, n; j = 1, m; k = 1, l \tag{10}$$

де  $P_{ijk}^3$  – параметри  $g_{ij}^3$ -го елемента;  
 $k$  – тип параметра  $g_{ij}^3$ -го елемента.

При цьому

$$\{g_{ijk}^3 \perp \forall g_{ijk}^2 \in J_v\} \tag{11}$$

де  $J_v$  – типи сполучень портового обладнання після перевірки системи на працездатність,  $v=1, z$ .

4. На основі отриманої множини  $\Omega_3$ , формуємо множину  $\Omega$  через застосування принципу Паретто для виключення неефективних результатів:

$$\Omega_3 \subseteq \Omega \tag{12}$$

Для множини що виявлена справедливе наступне:

виключаються неконкурентні показники шляхом їх ранжування по зростанню експлуатаційних витрат ( $R_y$ ) при використанні кожного сполучення, що входять область дослідження:

$$R_1 < R_2 < \dots < R_y \tag{13}$$

виключаються неконкурентні показники шляхом їх ранжування по зниженню показника продуктивності судна ( $P_y$ ) при використанні кожного сполучення, що входять область дослідження:

$$P_1 > P_2 > \dots > P_y \tag{14}$$

виключаються неконкурентні показники шляхом їх ранжування по зниженню часового показника (встановлюється заздалегідь емпіричним шляхом) від зниження експлуатаційних витрат ( $\Delta T_y$ ) та підвищення продуктивності ( $\Delta T'_y$ ) відповідно:

$$\Delta T_1 > \Delta T_2 > \dots > \Delta T_y \tag{14}$$

$$\Delta T'_1 > \Delta T'_2 > \dots > \Delta T'_y \tag{15}$$

Спираючись на деякі показники ефективності використання сукупності портового обладнання в оперативній зоні порту (показники 1,7) та відповідної кількості альтернативні стратегії портового обладнання в обраному діапазоні (6 альтернатив) приведемо реалізацію метода. При першій постановці максимальна кількість  $R_y$  не повинна перевищувати 2 – значення показника. При другій постановці  $P_y$  не повинна приймати значення менше, ніж 2 – значення показника. При третій та четвертій постановці значення кожного з показників ( $\Delta T_y$ ) та ( $\Delta T'_y$ ) не повинно перевищувати 3 – значення показника. Сформована відповідним чином похідна множина  $\Omega_1$  (таблиця 3) в результаті реалізації запропонованого алгоритму, вводючи обмеження та визначаючи домінуючі послідовності, набуває відповідного трансформування (таблиця 4).

Таблиця 3

**Похідна множина  $\Omega_1$**

Варіант	№ варіанту	№ не реалізованих композицій	$R_y$	$\Delta T_y$	$P_y$	$\Delta T'_y$
	0	1,2,3,4,5	0	0	0	0
V1	1	2,3,4,5	2	3	2	3
V2	2	1,3,4,5	3	6	3	6
V3	3	1,2,4,5	2	4	3	4
V4	4	1,2,3,5	3	2	2	3
V5	5	1,2,3,4	1	1	1	2

Джерело: побудовано авторами

Таблиця 4

**Підсумкова домінуюча послідовність використання композицій портового обладнання при реалізації виробничих процесів з контейнерним вантажопотоком**

Варіант	№ варіанту	№ нереалізованих композицій	$R_y$	$P_y$	$\Delta T_y$	$\Delta T'_y$
V1	1	2,3,4,5	2	2	3	3
V4	4	1,2,3,5	3	2	2	3

Джерело: побудовано авторами

В результаті рішення було встановлено, що в оперативній зоні порту домінуючою послідовністю використання комбінацій RS – TT та RTG – SHC. При цьому використання комбінації RS – TT є пріоритетною за встановленими обмеженнями.

#### Висновки

В роботі на основі одного з методів динамічного програмування вирішена задача визначення домінуючої послідовності використання комбінацій портового обладнання при реалізації виробничих процесів з контейнерним вантажопотоком. Попередньо встановлено зону портового терміналу для дослідження, визначено відповідність площі складського майданчика нормативним складовим. В залежності від напрямку вантажопотоку встановлено схему складування великотонажних контейнерів на складському майданчику терміналу порту. Визначено типи та комбінації вантажного обладнання порту, що можуть бути використаними. Обрано показники ефективності використання сукупності портового обладнання: експлуатаційні витрати та продуктивність судна. Визначено діапазон та альтернативні стратегії портового обладнання в обраному діапазоні.

Для реалізації метода за допомогою одного з методів динамічного програмування сформована відповідна похідна множина  $\Omega_1$ , введені обмеження за показниками ефективності використання сукупності портового обладнання та показниками часу. В результаті визначено домінуючі послідовності комбінацій портового обладнання одна з яких є пріоритетною за встановленими обмеженнями.

Очевидно, що застосування даної процедури дозволяє не тільки виключити можливість самих комбінацій, але й їх наступні композиції. Таку методику можливо використовувати як на одному елементі портової інфраструктури (оперативній зоні), так і застосовувати інші композиційні об'єднання.

#### Список використаної літератури

1. Zhang Q., Yang H., Zhang L. Multi-objective Model on Connection Time Optimization in Sea-rail Intermodal Transport //GSTF Journal of Engineering Technology (JET). 2014. Т. 3. №. 1. P.12–118 DOI: 10.5176/2251-3701\_3.1.118
2. Postan M. Y., Kurudzhi Y. V. Modeling the influence of transport units movements irregularity on storage level of cargo at warehouse //Acta Systemica. 2012. Т. 12. №. 1. С. 31-36. ISSN 1813-4769
3. Крук Ю. Ю., Постан М. Я. Разработка и анализ динамической модели оптимизации взаимодействия транспортных потоков на портовом терминале //Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2016. Т. 1. №. 3 (79). С. 19-23. doi: 10.15587/1729-4061.2016.61154
4. Yan B. et al. Transshipment operations optimization of sea-rail intermodal container in seaport rail terminals // Computers & Industrial Engineering. 2020. Т. 141. С. 106296. doi.org/10.1016/j.cie.2020.106296
5. Куруджи Ю.В., Ромаха В.Л. Моделирование ланцюгів поставок портовим оператором в умовах мультимодальності // Вісник Херсонського національного технічного університету. 2022. №. 3(82). 103–111. <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2022.3.14>
6. Ромаха В. Л. Формирование эффективного множества альтернатив в решении задач кластерной оптимизации // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. 2019. №. 3. С. 151-155. ICV 2017: 48.35, ISSN 1998-7927
7. Kirillova, Ye., & Malaksiano, M. (2017). Substantiation of structure of the port handling equipment fleet based on a multicriteria approach. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5(3(89)), 52-59. <https://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2017.111971>
8. Тихонін В. І. Комплекс імітаційних динамічних моделей оптимізації параметрів технологічних перевантажувальних комплексів порту / В. І. Тихонін // Розвиток транспорту. 2018. Вип. 2. С. 32-46. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/transdevel\\_2018\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/transdevel_2018_2_6).
9. Оптимальные задачи надежности // под ред. Ушакова М. 1968. 293с.
10. Кириллова О.В., Кириллова В.Ю., Ромаха В.Л. Улаштування та обладнання портів: навчальний посібник / О.В. Кириллова, В.Ю. Кириллова, В.Л. Ромаха. Одеса, 2023. 167 с.

#### References

1. Zhang, Q., Yang, H., & Zhang, L. (2014) Multi-objective Model on Connection Time Optimization in Sea-rail Intermodal Transport. GSTF Journal of Engineering Technology (JET). no. 3(1). doi: 10.5176/2251-3701\_3.1.118.
2. Postan, M. Y., & Kurudzhi, Y. V. (2012) Modeling the influence of transport units movements irregularity on storage level of cargo at warehouse. Acta Systemica, no. 12(1), pp. 31-36. ISSN 1813-4769.
3. Kruk, Yu. Yu., & Postan, M. Ya. (2016) Development and analysis of a dynamic model for optimizing the interaction of traffic flows at the port terminal. East European Journal of Advanced Technologies, no. 1(3(79)), pp. 19-23. doi: 10.15587/1729-4061.2016.61154.
4. Yan B. et al. (2020) Transshipment operations optimization of sea-rail intermodal container in seaport rail terminals // Computers & Industrial Engineering. Т. 141. С. 106296. doi.org/10.1016/j.cie.2020.106296

5. Kurudzhi Yu.V., Romakh V.L. (2022) Modeling of supply chains by a port operator in conditions of multimodality. Bulletin of the Kherson National Technical University. no. 3(82). pp. 103–111. <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2022.3.14>
6. Romakh V. L. (2019) Formation of an effective set of alternatives in solving problems of cluster optimization. Bulletin of Volodymyr Dahl Khidnoukrainian National University. no. 3, pp. 151-155. ICV 2017: 48.35, ISSN 1998-7927.
7. Kirillova, Ye., & Malaksiano, M. (2017). Substantiation of structure of the port handling equipment fleet based on a multicriteria approach. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5(3(89)), 52-59. <https://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2017.111971>
8. Tikhonin V. I. (2018) Complex of simulated dynamic models of optimization of parameters of technological transshipment complexes of the port. Development of transport. Issue 2. pp. 32-46. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/transdevel\\_2018\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/transdevel_2018_2_6).
9. Ushakova M. (ed.) (1968) Optimum problems of reliability. Under the editorship. 293p.
10. Kirillova O.V., Kirillova V.Yu., Romakh V.L. (2023) Arrangement and equipment of ports: training manual. Gypsy. Odesa. 167 P.

УДК 691.5+519.242

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.1.9>

Н. Є. ТЕЛІЦИНА

кандидат технічних наук, доцент,  
старший викладач кафедри кібернетики хіміко-технологічних процесів  
Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського  
ORCID: 0009-0007-3145-8718

О. О. КВІТКА

кандидат хімічних наук, доцент,  
доцент кафедри технічних та програмних засобів автоматизації  
Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського  
ORCID: 0000-0003-4034-7052

А. М. ШАХНОВСЬКИЙ

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення  
та загальної хімічної технології  
Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського  
ORCID: 0000-0003-2963-4026

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДУ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ: ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ЧАСТКИ МОДИФІКУЮЧОЇ ДОБАВКИ

*Представлена робота присвячена дослідженням щодо наукового обґрунтування складу мінерально-полімерних композицій – сухих будівельних сумішей для здійснення мурувальних робіт із заданими показниками якості, із використанням методів комп'ютерного будівельного матеріалознавства: експериментально-статистичного моделювання та багатокритеріальної оптимізації.*

*Сформовано множини рецептурних факторів, що впливають на якість будівельної суміші та виділено вміст модифікуючої добавки у якості змінюваного параметра.*

*За результатами попереднього відсіювання сформовано множини характеристик-критеріїв якості, що достатньо повно описують споживацькі властивості будівельної суміші (а саме – міцність на стиск, рухомість будівельної суміші, водоутримуючу здатність, густину розчинної суміші, пористість). Підготовано матрицю плану активного експерименту та реалізовано натурні експерименти із отриманням чисельних значень критеріїв якості. Побудовано поліноміальні моделі «якісний та кількісний склад суміші – параметри якості мурувального розчину» та здійснено їх статистичну перевірку. Чисельним методом багатокритеріальної оптимізації із використанням функції бажаності Харінгтона знайдено компромісні значення, які відповідають оптимуму множини критеріїв якості суміші та відповідне співвідношення складників суміші.*

*За результатами досліджень на основі параметричної ідентифікації експериментально-статистичних моделей з використанням методів багатоцільової оптимізації було запропоновано параметри якості сухої будівельної суміші для мурувальних робіт із врахуванням чинних норм та вимог виробників і споживачів. Було запропоновано оптимальний склад сухої будівельної суміші для мурувальних робіт: цемент 15%; модифікуюча добавка 0,035%; вода 0,126 %; пісок 52%. На наступному етапі досліджень планується вивчення чутливості отриманого оптимального рішення до змін у складі сировини.*

**Ключові слова:** *суха будівельна суміш, рецептура, експлуатаційні характеристики, модифікуючі добавки, планування експерименту, експериментально-статистичне моделювання, багатокритеріальна оптимізація.*

N. E. TELITSYNA

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Senior Lecturer at the Department of Cybernetics of Chemical Technology  
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
ORCID: 0009-0007-3145-8718

O. O. KVITKA

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Automation Hardware and Software Department  
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
ORCID: 0000-0003-4034-7052

A. M. SHAKHNOVSKY

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Inorganic Substances,  
Water Treatment and General Chemical Technology  
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
ORCID: 0000-0003-2963-4026

## EXPERIMENTAL STATISTICAL MODELING OF DRY CONSTRUCTION MIXTURES FORMULATION: OPTIMAL CONTENT OF THE MODIFYING ADMIXTURE DETERMINATION

*The proposed article is concerned with the scientific justification of the dry construction mixtures formulation. The formulation of dry construction mixture for masonry works (as mineral-polymer composition) with the given quality parameters was developed through the methods of computer construction materials science: experimental-statistical modeling and multi-criteria optimization.*

*A set of recipe factors affecting the quality of the construction mixture was formed and then the content of the modifying admixture was selected as a variable parameter. Based on the results of preliminary screening, a set of consumer properties of the construction mixture (namely compressive strength, mobility of the construction mixture, water-holding capacity, density of soluble mixtures, porosity) was selected as quality criteria. The active experimental design matrix was prepared and active experiments were carried out to obtain numerical values of quality criteria. Polynomial models "qualitative and quantitative composition of the mixture vs quality parameters of masonry mortar" were built and statistically verified by analysis of variance (ANOVA) approach. Using the Harrington desirability function-based numerical method of multi-criteria optimization, quality criteria optimal (compromise) values were found that correspond to the optimum of a set of mixture quality criteria and the corresponding ratio of mixture components was determined.*

*In the course of presented research based on parametric identification of experimental-statistical models using multi-objective optimization methods, quality parameters of dry construction mix for masonry work were proposed, taking into account current standards and requirements of manufacturers and consumers. As the outcome of research, the optimal composition of the dry construction mixture for masonry works was obtained: cement 15%; modifying admixture 0.035%; water 0.126%; sand 52%. At the next stage of research, it is planned to study the sensitivity of the obtained optimal solution to changes in the composition of raw materials.*

**Key words:** dry construction mixture, formulation, operational characteristics, modifying admixture, experimental design, experimental statistical modeling, multi-criteria optimization.

### Вступ

Представлена робота присвячена дослідженням щодо наукового обґрунтування складу мінерально-полімерних композицій – сухих будівельних сумішей для здійснення мурувальних робіт (зокрема, для зведення несучих стін та перегородок з керамічної цегли). Будівельні розчини і бетони із сухих сумішей промислового виготовлення мають низку переваг порівняно з традиційними будівельними розчинами і бетонами. Серед вказаних переваг, зокрема, стабільність показників якості, підвищення продуктивності будівельних процесів за рахунок скорочення і спрощення логістичних шляхів та технологічного ланцюжка приготування сумішей, покращених експлуатаційних властивостей сухих сумішей, тощо. При цьому, визначення оптимального якісного і кількісного складу таких сумішей, покликано забезпечити належні експлуатаційні характеристики, є складною комбінаторною задачею. Тому для розроблення рецептур сухих будівельних сумішей (тобто, для визначення конкретного виду зв'язника, наповнювача, хімічних добавок, що регулюють тужавіння і твердіння продукту, пластифікувальних піно- та газоутворювальних домішок тощо, а також для визначення науково-обґрунтованого співвідношення компонентів у сухій будівельній суміші) з успіхом використовується методологія комп'ютерного моделювання на основі експериментально-статистичних математичних моделей [1, 2]. У низці публікацій представлено дослідження щодо використання різних типів наповнювачів, зокрема, кварцевого піску, у якості повної або часткової заміни традиційного річкового піску в складі будівельних розчинів [3, 4] та бетонів [5, 6]. Автори [7] на основі нейромережевого прогнозування властивостей будівельних розчинів показали, що мікроструктуру та механічну міцність вказаних розчинів вдається покращити шляхом додавання природних цеолітів та нанокремнеземних матеріалів. Збільшенню тиксотропності, динамічної межі текучості та пластичної в'язкості будівельного розчину може сприяти додавання до складу сумішей гумових волокон [8]. Визначенню оптимальної частки у суміші водостійких та пластифікувальних добавок присвячено дослідження [9, 10, 11], оптимальної частки наповнювача та багатофункціональних модифікуючих добавок – дослідження [12, 13].

Авторами ставилася задача науково обґрунтувати рецептуру сухої будівельної суміші для мурувальних робіт із бажаними (відповідними нормативам та побажанням експертів) показниками якості, для чого:

– на основі апріорної інформації та технічних можливостей підприємства-об'єкту досліджень сформувати множину факторів, що впливають на якість будівельної суміші; виділити підмножини змінюваних (досліджуваних) факторів та факторів, зафіксованих на відомому оптимальному рівні; сформувати множину критеріїв якості, що достатньо повно характеризують споживацькі властивості будівельної суміші;

- підготувати матрицю плану активного експерименту та реалізувати натурні експерименти із отриманням чисельних значень критеріїв якості;
- апроксимувати результати експериментів поліноміальними моделями «якісний та кількісний складу суміші – параметри якості мурувального розчину»;
- знайти компромісні значення, які відповідають оптимуму множини критеріїв якості суміші та відповідне співвідношення складників суміші.

Конкретним завданням представленої роботи в системі задач, окреслених вище, було визначення оптимальної частки модифікуючої добавки у складі сухої будівельної суміші.

#### Експериментальні дослідження

Експериментальні дослідження проводилися в лабораторії підприємства-виробника; умови підготування пробних зразків, проведення експериментів (випробування сумішей) визначалися чинними нормативами, зокрема, ДСТУ Б В.2.7-185:2009, ДСТУ Б В.2.7-187:2009, ДСТУ Б В.2.7-239:2010, ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016 із врахуванням міжнародних стандартів, зокрема, BS EN 196-1:2016. Загальні параметри оптимізованих будівельних сумішей відповідали границям, окресленим у відповідному Державному стандарті ДСТУ Б В.2.7-126:2011.

Досліджувався склад та характеристики сухої будівельної суміші – мурувального розчину для зведення будівельних конструкцій з керамічної цегли. До складу досліджуваної суміші входили наступні компоненти: цемент М-400 незмінного хіміко-мінералогічного складу, пісок річковий сухий (0–1,25 мм), граніт подрібнений фракціонований (0,63–0,2 мм), пісок кварцевий фракціонований (0,8–1,25 мм), вапно, багатофункціональна полімерна модифікуюча добавка Vertocoll ССА-425, вода.

За результатами попередніх експериментів для цілей поточного дослідження частку цементу у будівельній суміші було зафіксовано на рівні 30%, частки піску річкового та кварцевого – на рівнях 52% та 30% відповідно. Вплив модифікуючої добавки вивчався шляхом варіювання її частки у суміші в діапазоні від 0,025% до 0,05% (з часткою води у суміші 12,5%–14,0%).

З комплексу властивостей сухих сумішей, за яким заведено судити про їх експлуатаційні властивості (зокрема, дисперсність, насипна густина, гігроскопічність, сухої суміші; водоутримання, об'ємна маса, пластичність, строки тужавлення та твердіння приготованого будівельного розчину; об'ємна маса, міцність на стиск, міцність зчеплення з основою, пористість, довговічність затверділого розчину), за результатами попереднього відсіювання для даного дослідження було обрано наступні критерії якості:

- $y_1$  – міцність на стиск, МПа;
- $y_2$  – рухомість будівельної суміші, см;
- $y_3$  – водоутримуюча здатність, %;
- $y_4$  – густина розчинної суміші, г/л;
- $y_5$  – пористість, %.

Під час вибору матриці планування експерименту доводилося враховувати наступну відому особливість задач проектування сумішей. Практичні міркування вимагають будувати план експерименту в такий спосіб, щоб забезпечити присутність у суміші усіх компонентів з ненульовою часткою. Саме через описану вимогу, у практиці експериментально-статистичного моделювання для розробки оптимального складу будівельних сумішей і бетонів часто застосовують спеціальні прийоми перетворення складу, зокрема, псевдокомпоненти, співвідношення компонентів тощо [4, 12-15]. Такий підхід в даному випадку часто виявляється ефективнішим за застосування планів експериментів класу «склад-властивість» у «класичному» для дослідження сумішей (симплексному) факторному просторі [16, 17].

З урахуванням зазначеного, у якості факторів експерименту були прийняті співвідношення часток компонентів:  $x_1$  – співвідношення вмісту модифікуючої добавки до вмісту цементу;

$x_2$  – співвідношення вмісту води до вмісту цементу (водно-цементне співвідношення).

Інтервали варіювання факторів експерименту (в натуральній формі) наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

#### Інтервали варіювання факторів експерименту

Фактор	$x_1$	$x_2$
Нижній рівень	0,0008	0,96
Верхній рівень	0,0040	1,60

У випадку дворівневого факторного простору, застосованого у даному дослідженні, нижньому рівню варіювання факторів у кодованій формі відповідає значення  $(-1)$ , а верхньому рівню варіювання – значення  $(+1)$ . Наведений у лівій частині таблиці 2 центральний композиційний план другого порядку містить рекомендовані до реалізації значення факторів (у кодованій формі).

Внаслідок лабораторної реалізації було отримано значення критеріїв якості (відгуків), наведені у правій частині таблиці 2.

Таблиця 2

**План експерименту та результати його реалізації**

Номер досліджу	План експерименту		Значення критеріїв якості				
	$x_1$	$x_2$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$
1	-1,4142	0	3,32351	6,55014	96,1156	1574,05	27,6617
2	1,41421	0	8,51389	3,52113	85,4995	1959,91	14,0415
3	1	1	8,62871	5,38991	84,8088	1900,69	16,2651
4	-1	-1	5,99403	5,93844	93,6604	1682,44	24,6036
5	0	0	6,99782	6,01915	89,3327	1809,04	17,2462
6	1	-1	9,41509	4,34705	86,8062	1945,58	16,5408
7	0	0	7,01126	5,94198	88,4453	1802,09	17,1195
8	0	0	7,00256	6,03699	87,9964	1802,74	17,1474
9	0	0	6,93903	5,98079	88,4166	1796,25	17,2041
10	-1	1	4,64861	8,03071	93,8565	1644,84	27,0808
11	0	-1,4142	9,16422	5,70337	90,8672	1844,68	20,8527
12	0	1,41421	7,61673	7,76576	86,6476	1768,87	22,4172
13	0	0	6,9066	5,98374	88,5239	1808,91	17,2218

**Параметрична ідентифікація математичних моделей**

У якості математичних моделей було використано поліноми вигляду:

$$y_j = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_1x_2 + a_4x_1^2 + a_5x_2^2, \quad j = \overline{1,5}. \tag{1}$$

Параметрична ідентифікація поліноміальних експериментально-статистичних моделей (1) зводиться до знаходження методом найменших квадратів коефіцієнтів  $a_0, \dots, a_5$  для кожної з моделей на основі результатів експерименту (табл. 2). Результати параметричної ідентифікації експериментально-статистичних моделей (1) наведено у таблиці 3.

Для статистичної перевірки ідентифікованих моделей додатково до експериментів, результати яких наведено у таблиці 2, для кожної моделі було проведено шість експериментів (три комбінації значень факторів, два паралельні досліди) у контрольних точках. Статистична перевірка математичних моделей (ANOVA) показала, що усі вони є адекватними досліджуваній системі, і можуть бути використані для розробки оптимальної рецептури сухої будівельної суміші.

Таблиця 3

**Результати параметричної ідентифікації математичних моделей**

Коефіцієнти	Відгуки	$y_1$ розр	$y_2$ розр	$y_3$ розр	$y_4$ розр	$y_5$ розр
	$a_0$		6,97145	5,99253	88,54297	1803,806
$a_1$		1,84268	-1,06448	-3,86443	133,08608	-4,76754
$a_2$		-0,540037	0,756474	-0,971095	-23,71203	0,551744
$a_3$		0,13976	-0,262351	-0,548362	-1,81968	-0,688221
$a_4$		-0,522122	-0,468091	1,13241	-16,78611	1,80173
$a_5$		0,713767	0,381373	0,107338	3,1112	2,1934

**Оптимізація складу сухої будівельної суміші**

Оптимізація складу сухої будівельної суміші для мурувальних робіт у представленому дослідженні мала на меті знаходження співвідношення пов'язаних із вмістом добавки складників суміші  $x_i, i = 1, 2$ , які відповідали б оптимуму усієї множини критеріїв якості суміші  $y_j, j = 1, 2, \dots, 5$ , представлених у вигляді цільових функцій (1) з коефіцієнтами таблиці 3. При цьому решту факторів складу суміші, як вже зазначалося вище, було зафіксовано на рівні оптимальних значень, визначених попередніми дослідженнями.

Якісне дослідження співвідношення поверхонь відгуку (рис. 1, а-д) дозволяє твердити, що досліджувана система критеріїв якості будівельної суміші включає конфліктуючі критерії. Взаємно суперечні вимоги критеріїв оптимальності, а також необхідність одночасного врахування значної кількості критеріїв якості, зумовлюють малу площу зони компромісу (рис 1, е), що відповідає у факторному просторі області значень  $x_1, x_2$ , які не суперечать жодному з критеріїв.

На першому етапі кількісного дослідження з багатокритеріальної оптимізації сухих будівельних сумішей для мурувальних робіт було обрано чисельний метод оптимізації. Досвід авторів щодо системного пошуку оптимального багатокритеріальних задач на основі експериментально-статистичних математичних моделей та комп’ютерного моделювання [4, 12, 13, 18] показує, що зазвичай достатньо ефективними для цих цілей виявляються методи згортки показників якості (як у класичній реалізації, так із нормуванням – наприклад, на основі функцій бажаності). В представленому випадку, беручи під увагу малу площу зони взаємного компромісу критеріїв оптимальності, багатокритеріальну оптимізацію було здійснено із використанням функції бажаності Харінгтона [19]. Згортка критеріїв бажаності при цьому представлена «загальною бажаністю», що є середнім геометричним індивідуальних функцій бажаності:

$$D(y) = \left[ \prod_{j=1}^m d_j(y_j) \right]^{\frac{1}{m}}, \tag{2}$$

де  $D(y)$  – узагальнений критерій бажаності;  $d_j(y_j)$  – індивідуальні функції бажаності, отримані відображенням критеріїв якості суміші  $y_j, j=1,2,\dots,5$  на шкалу бажаності,  $m=5$  – кількість відгуків (критеріїв якості).

На другому етапі кількісного дослідження з багатокритеріальної оптимізації сухих будівельних сумішей в ході реалізації процедури оптимізації для усіх критеріїв якості використовувалися однобічні профілі індивідуальних часткових функцій бажаності  $d_j(y_j), j=1,2,\dots,5$ . Ідентифікація часткових функцій бажаності для кожного з критеріїв якості суміші здійснювалася на основі емпіричних опорних відміток на шкалі бажаності (табл. 4).

Таблиця 4

**Значення опорних відміток на шкалі бажаності**

	«Менш бажане» значення	«Більш бажане» значення
$y_1$	7,5	8,3
$y_2$	5	7
$y_3$	90	96
$y_4$	1600	1800
$y_5$	18	23

Із використанням агрегованої функції (2) множинні характеристики якості перетворюються в еквівалентну єдину характеристику якості, яка підлягає подальшій оптимізації, тобто складна задача багатоцільової оптимізації перетворюється на істотно більш просту задачу однокритеріальної оптимізації із можливістю знаходження оптимальних значень вхідних змінних  $x^*$ , що максимізують загальну бажаність  $D$ ; чим вище значення  $D$ , тим кращий компроміс між відгуками. Деякі альтернативні комбінації значень факторів, що відповідають найбільш високому узагальненому критерію бажаності, наведено у таблиці 5.

Після рекодування до натуральних значень факторів складу за результатами розрахунків було запропоновано в якості оптимального значення 0,035% частки модифікуючої добавки у сухій будівельній суміші (табл. 6).

Таблиця 5

**Альтернативні комбінації значень факторів, що відповідають високому узагальненому критерію бажаності**

№	$x_1$	$x_2$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$	$D$
1	-0,07	-1,00	8,15	5,66	89,22	1811,93	19,68	0,43
2	-0,33	-0,95	7,54	5,83	90,12	1774,55	20,65	0,40
3	-0,06	-0,96	8,08	5,65	89,17	1811,73	19,49	0,41
4	-0,34	-0,96	7,54	5,83	90,17	1773,05	20,76	0,41
5	-0,07	-0,99	8,13	5,66	89,21	1811,76	19,66	0,42
6	-0,11	-0,97	8,02	5,69	89,33	1805,69	19,74	0,42
7	-0,12	-0,98	8,01	5,70	89,39	1804,07	19,83	0,43
8	-0,26	-0,98	7,74	5,78	89,88	1784,98	20,45	0,43
9	0,00	-1,00	8,26	5,60	89,00	1820,94	19,41	0,41
10	-0,02	-0,98	8,19	5,62	89,05	1817,54	19,41	0,41

Таблиця 6

**Результати багатокритеріальної оптимізації в натуральних значеннях**

Частка добавки, %	Частка води, %	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$
0,035	0,126	7,89	5,69	89,24	1805,05	19,37



## Список використаної літератури

1. Ляшенко Т.В., Вознесенський В.А. Методологія рецептурно-технологічних полів у комп'ютерному будівельному матеріалознавстві: Монографія. Одеса: Астропрінт, 2017. 168 с.
2. Троян В.В. Забезпечення тріщиностійкості бетону масивних споруд: Монографія. К: ТОВ НВП «Інтерсервіс», 2019. 92 с.
3. Bederina M., Makhloufi Z., Bounoua A., Bouziani T. & Quéneudec M. Effect of partial and total replacement of siliceous river sand with limestone crushed sand on the durability of mortars exposed to chemical solutions, *Constr. Build. Mater.* 2013, 47. pp. 146–158, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.05.037>.
4. Статюха Г.О., Теліцина Н.Є., Суруп І.В. Оптимізація гранулометричного складу наповнювачів для сухих будівельних сумішей. *Вісник ЧДТУ. Хімічні технології і екологія*. 2008. №. 4. с. 57–61.
5. Zhang G., Song J., Yang J. & Liu X., Performance of mortar and concrete made with a fine aggregate of desert sand, *Build. Environ.* 2006, 41 (11). pp. 1478–1481. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.05.033>.
6. Al-Harthy A.S., Abdel Halim M., Taha R., Al-Jabri K.S. The properties of concrete made with fine dune sand, *Constr. Build. Mater.* 2006. 21 (8). pp. 1803–1808, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2006.05.053>.
7. Nasr D., Behforouz B., Borujeni P.R., Borujeni S.A. & Zehtab B. Effect of nano-silica on mechanical properties and durability of self-compacting mortar containing natural zeolite: Experimental investigations and artificial neural network modelling. *Construction and Building Materials* 2019, 229. 116888. [doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.116888](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.116888)
8. Thakare A.A., Siddique S., Sarode S.N., Deewan R., Gupta V., Gupta S. & Chaudhary S. A study on rheological properties of rubber fiber dosed self-compacting mortar. *Construction and Building Materials*, 2020, 262. 120745. [doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120745](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120745)
9. Yahia A., Khayat K. Experiment design to evaluate interaction of high-range water-reducer and antiwashout admixture in high-performance cement grout. *Cement and Concrete Research*, 2001, 31(5). pp. 749–757. [doi:10.1016/S0008-8846\(01\)00496-3](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(01)00496-3)
10. Felekoğlu, B., Sankahya, H. Effect of chemical structure of polycarboxylate-based superplasticizers on workability retention of self-compacting concrete. *Construction and Building Materials*, 2008. 22 (9). pp. 1972–1980. [doi:10.1016/j.conbuildmat.2007.07.005](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.07.005)
11. Sychała E., Dachowski R. The Influence of Hydrated Lime and Cellulose Ether Admixture on Water Retention, Rheology and Application Properties of Cement Plastering Mortars. *Materials*. 2021. 14(19). 5487. [doi: 10.3390/ma14195487](https://doi.org/10.3390/ma14195487).
12. Статюха Г.О., Теліцина Н.Є., Яменко А.Б., Суруп І.В. Оптимізація складу сухої будівельної суміші з використанням методу Монте-Карло та функції бажаності. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2008. № 1/4(31). С. 53–56.
13. Статюха Г.О., Теліцина Н.Є., Складанний Д.М., Єременко О.О. Рецептури сухої будівельної суміші із застосуванням згортки показників якості. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2008. № 6/6(36). С. 49–52.
14. Yan W., Wu G. & Dong, Z. Optimization of the mix proportion for desert sand concrete based on a statistical model. *Construction and Building Materials*, 2019, 226, pp. 469–482. [doi:10.1016/j.conbuildmat.2019.07.287](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.287)
15. Moskalova K., Lyashenko T., Aniskin, A. Modelling the Relations of Rheological Characteristics with Composition of Plaster Mortar. *Materials* 2022, 15(1), 371. DOI: 10.3390/ma15010371
16. Cornell J. A. Experiments with mixtures: Designs, models, and the analysis of mixture data. 3rd ed. New York : Wiley, 2002. 680 p.
17. Nécira B., Belkacem M. & Abadou Y. Statistical analysis of high performance self-compacting mortar containing ternary sand mixtures. *Materials Today: Proceedings*, 2021, 45. pp. 5166–5171. [doi:10.1016/j.matpr.2021.01.694](https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.694)
18. Данилюк А.Г., Шахновський А.М. Розроблення наповнювально-гідрофобізуючої композиції у виробництві велюру зі шкурки нутрії: досвід багатопараметричної оптимізації. *Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях і системах сталого розвитку: Збірник наукових статей, Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. С. 161–168.*
19. Harrington E.C. The Desirability Function. *Industrial Quality Control*, 1965, 21(10). pp. 494–498.

## References

1. Lyashenko T.V., Voznesenskii V.A. (2017) Metodologiya retsepturno-tekhnologichnykh poliv u kompyuternomu budivelnomu materialoznavstvi [Methodology of recipe-technological fields in computer construction materials science]. Odessa: Astroprint, 168 p.
2. Troyan V.V. (2019) Zabezpechennia trischinostiikosti betonu masyvnykh sporud [Ensuring the crack resistance of massive structures concrete]. Kyiv: «Interservice», 92 p.
3. Bederina M., Makhloufi Z., Bounoua A., Bouziani T. & Quéneudec M. (2013) Effect of partial and total replacement of siliceous river sand with limestone crushed sand on the durability of mortars exposed to chemical solutions, *Constr. Build. Mater.* 47. pp. 146–158, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.05.037>.

4. Statiukha G.O., Telitsyna N.E., Surup I.V. (2008) Optimization of the granulometric composition of fillers for dry construction mixes. *Bulletin of ChSTU. Chemical technologies and ecology*. № 4. pp. 57–61.
5. Zhang G., Song J., Yang J. & Liu X. (2006) Performance of mortar and concrete made with a fine aggregate of desert sand, *Build. Environ.* 41 (11). pp. 1478–1481. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.05.033>.
6. Al-Harthy A.S., Abdel Halim M., Taha R., Al-Jabri K.S. (2006) The properties of concrete made with fine dune sand, *Constr. Build. Mater.* 21 (8). pp. 1803–1808. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2006.05.053>.
7. Nasr D., Behforouz B., Borujeni P.R., Borujeni S.A. & Zehtab B. (2019) Effect of nano-silica on mechanical properties and durability of self-compacting mortar containing natural zeolite: Experimental investigations and artificial neural network modelling. *Construction and Building Materials*, 229. 116888. [doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.116888](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.116888)
8. Thakare A.A., Siddique S., Sarode S.N., Deewan R., Gupta V., Gupta S. & Chaudhary S. (2020) A study on rheological properties of rubber fiber dosed self-compacting mortar. *Construction and Building Materials*, 262. 120745. [doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120745](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120745)
9. Yahia A., Khayat K. (2001) Experiment design to evaluate interaction of high-range water-reducer and antiwashout admixture in high-performance cement grout. *Cement and Concrete Research*, 31(5). pp. 749–757. [doi:10.1016/S0008-8846\(01\)00496-3](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(01)00496-3)
10. Felekoğlu, B., Sarikahya, H. (2008) Effect of chemical structure of polycarboxylate-based superplasticizers on workability retention of self-compacting concrete. *Construction and Building Materials*, 22 (9). pp. 1972–1980. [doi:10.1016/j.conbuildmat.2007.07.005](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.07.005)
11. Spychał E., Dachowski R. (2021) The Influence of Hydrated Lime and Cellulose Ether Admixture on Water Retention, Rheology and Application Properties of Cement Plastering Mortars. *Materials*. 14(19). 5487. [doi: 10.3390/ma14195487](https://doi.org/10.3390/ma14195487).
12. Statiukha G.O., Telitsyna N.E., Yamenko A.B., Surup I.V. (2008) Optimization of the composition of the dry construction mixture using the Monte Carlo method and the desirability function. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. № 1/4(31). pp. 53–56.
13. Statiukha G.O., Telitsyna N.E., Skladannyi D.M., Eremenko O.O. (2008) Formulations of dry construction mixture using the convolution of quality indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. № 6/6(36). pp. 49–52.
14. Yan W., Wu G. & Dong, Z. (2019) Optimization of the mix proportion for desert sand concrete based on a statistical model. *Construction and Building Materials*, 226, pp. 469–482. [doi:10.1016/j.conbuildmat.2019.07.287](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.287)
15. Moskalova K., Lyashenko T., Aniskin, A. (2022) Modelling the Relations of Rheological Characteristics with Composition of Plaster Mortar. *Materials*, 15(1), 371. DOI: 10.3390/ma15010371
16. Cornell J. A. (2002) Experiments with mixtures: Designs, models, and the analysis of mixture data. 3rd ed. New York : Wiley, 680 p.
17. Nécira B., Belkacem M. & Abadou Y. (2021) Statistical analysis of high performance self-compacting mortar containing ternary sand mixtures. *Materials Today: Proceedings*, 45. pp. 5166–5171. [doi:10.1016/j.matpr.2021.01.694](https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.694)
18. Danilkovych A.G., Shakhnovsky A.M. (2020) Development of a filler-hydrophobic composition in the production of velor from nutria skins: experience of multi-criteria optimization. *Computer Modeling for Chemistry, Technologies and Sustainable Development Systems: Proceedings: Eight International Scientific-Practical Conference*. Kyiv, pp. 161–168.
19. Harrington E.C. (1965) The Desirability Function. *Industrial Quality Control*, 21(10). pp. 494–498.

**О. Г. ШИБАЄВ**

доктор технічних наук,  
професор кафедри експлуатації флоту і технології морських перевезень  
Одеський національний морський університет  
ORCID: 0000-0002-4793-6338

**Г. М. СІЛЬВАНСЬКА**

кандидат економічних наук,  
доцент кафедри експлуатації флоту і технології морських перевезень  
Одеський національний морський університет  
ORCID: 0000-0002-1272-8029

**Ю. В. МИХАЙЛОВА**

кандидат економічних наук,  
доцент кафедри експлуатації флоту і технології морських перевезень  
Одеський національний морський університет  
ORCID: 0000-0002-4882-7803

**Г. В. КАРП**

аспірант кафедри експлуатації флоту і технології морських перевезень  
Одеський національний морський університет  
ORCID: 0009-0000-3450-5136

## СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ РЕАЛІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ РОБОТОЮ КРУЇЗНОГО ТА ЛІНЕЙНОГО СУДНОПЛАВСТВА

*У статті розглядаються закономірності розвитку круїзного судноплавства. Розкривається стратегія розвитку локального сегменту круїзного бізнесу. Обґрунтовується інструментарій реалізації ефективного управління роботою круїзного та лінійного судноплавства – інформаційні системи СППР (DECISION SUPPORT SYSTEM) Розвиток ринку та посилення конкуренції в економіці змушує судноплавні підприємства шукати конкурентні переваги. Такі переваги може забезпечити або внутрішня виробнича ефективність, або найкраща проти конкурентами орієнтація ринку. Наголосимо, що виробнича ефективність забезпечується системами управління СППР. Метою статті є надання інструментарію СППР для підвищення ефективності роботи пасажирського флоту (круїзного та лінійного). Забезпечення формалізації неструктурованих рішень безпосередніми користувачами-менеджерами у процес аналітичного моделювання роботи пасажирського судноплавства за допомогою наданого набору технологій. Цей процес спрямований на якісне покращення роботи круїзного судноплавства. Характерною відмінністю і важливою складовою даного процесу є СППР яка використовує бази даних та моделі підтримки рішень. Метою СППР, що проектується, є насамперед забезпечення технологією організації формування інформації, а також системної підтримки прийняття рішення в цілому.*

*Впроваджуються методика кластеризації круїзів за певними ознаками та виділення відповідного класу судів, що дозволяє проводити ефективну цілеспрямовану маркетингову політику організації пасажирських перевезень. Доведено, що операційний леверидж є показником, яким можна вимірювати темпи зміни поточного прибутку виходячи із темпів зміни обсягів перевезень. Надана технологія прогнозування показників ефективності проекту яка підвищує можливості розвитку потенціалу ринку круїзного судноплавства.*

**Ключові слова:** Пасажирські ( морські та річкові) перевезення, системи підтримки прийняття рішень (СППР), бази даних, бази, моделей, конкуретоспроможність, операційний леверидж.

**A. G. SHIBAEV**

Doctor of Engineering,  
Professor at the Department of Fleet Operation  
and Maritime Transportation Technology  
Odesa National Maritime University  
ORCID: 0000-0002-4793-6338

G. N. SILVANSKA

Ph.D. in Economics,  
Associate Professor at the Department of Fleet Operation  
and Maritime Transportation Technology  
Odesa National Maritime University  
ORCID: 0000-0002-1272-8029

YU. V. MYKHAILOVA

Ph.D. in Economics,  
Associate Professor at the Department of Fleet Operation  
and Maritime Transportation Technology  
Odesa National Maritime University  
ORCID: 0000-0002-4882-7803

G. V. KARP

Postgraduate Student at the Department of Fleet Operation  
and Maritime Transportation Technology  
Odesa National Maritime University  
ORCID: 0009-0000-3450-5136

## DECISION SUPPORT SYSTEMS AS EFFICIENT TOOLS FOR THE IMPLEMENTING OF CRUISE AND LINE SHIPPING MANAGEMENT

*The article examines the patterns of development of cruise shipping. The strategy for the development of the local segment of the cruise business is revealed. The toolkit for effective management of cruise and liner shipping operations is substantiated – DECISION SUPPORT SYSTEM information systems. Market development and increased competition in the economy forces shipping companies to look for competitive advantages. Such advantages can be provided by either internal production efficiency or the best market orientation against competitors. Let us emphasize that production efficiency is ensured by SPPR management systems. The purpose of the article is to provide a toolkit of SPPR to improve the efficiency of the passenger fleet (cruise and liner). Ensuring the formalization of unstructured solutions by direct users-managers in the process of analytical modeling of passenger shipping operations using the provided set of technologies. This process is aimed at qualitatively improving the operation of cruise shipping. A characteristic difference and an important component of this process is the CSPR, which uses databases and decision support models. The purpose of the planned SPPR is primarily to provide technology for the organization of information formation, as well as system support for decision-making as a whole.*

*The technique of clustering cruises according to certain characteristics and selection of the appropriate class of vessels is being implemented, which allows for an effective targeted marketing policy of the organization of passenger transportation. It has been proven that operating leverage is an indicator that can be used to measure the rate of change in current profit based on the rate of change in transportation volumes. The technology for forecasting the performance indicators of the project is provided, which increases the possibilities of developing the potential of the cruise shipping market.*

**Key words:** Passenger (sea and river) transportation, decision support systems (DSS), databases, databases, models, competitiveness, operational leverage.

### Постановка проблеми

Метою статті є необхідність формалізації механізму своєчасного реагування на зміни в умовах роботи круїзного флоту. Необхідність управління розвитком пасажирського флоту круїзних послуг та лінійних послуг диктується високою прибутковістю ринку круїзних послуг завдяки визнаним у світі конкурентним перевагам транспортування водними шляхами. Інтенсивність розвитку глобального круїзного ринку вимагає пошуку ефективного механізму управління функціонуванням пасажирського флоту (круїзних послуг та лінійних послуг) у приморських регіонах держав, що приймають круїзних туристів. Розвиток потенціалу ринку круїзного судноплавства сприятиме залученню інвестицій у портову інфраструктуру, суднобудування, суміжні сектори економіки, приморські території. Інтенсивність розвитку глобального круїзного ринку вимагає пошуку ефективного механізму управління функціонуванням пасажирського флоту (круїзних та лінійних послуг). Одним з пріоритетних напрямків розвитку економіки цілого ряду країн та їх регіонів розглядається морський круїзний бізнес, стрімкий розвиток якого ми бачимо (рис. 1, 2).

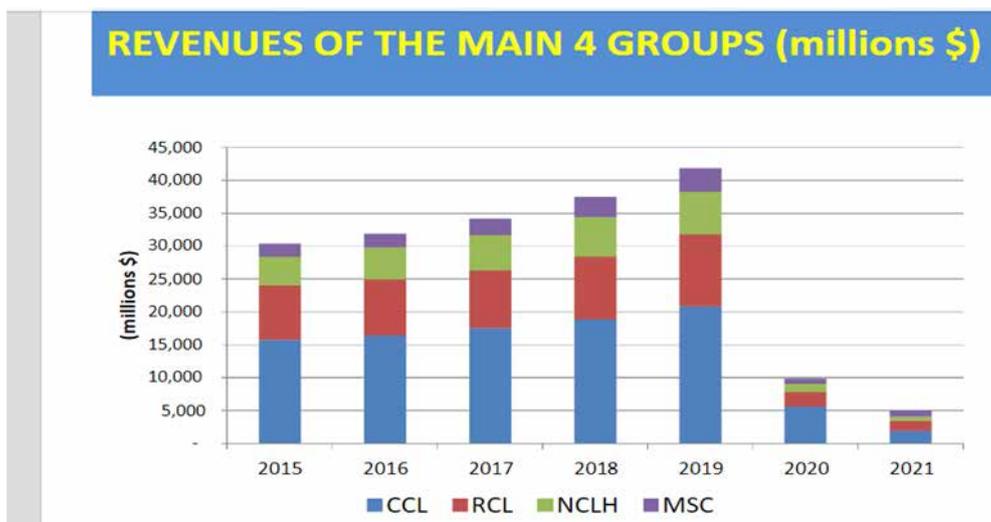


Рис. 1. Представлено дохід від круїзних перевезень від основних круїзних корпорацій

Тому актуальним є:

- Обґрунтування інформаційної взаємодії та управління організацією процесів пасажирських (морських та річкових) перевезень.
- Застосування методів і засобів автоматизації управління перевезеннями, та принципів синергетичного об'єднання взаємодії різних транспортних модулів у транспортних системах.
- Створення інтегрованого інформаційного забезпечення систем перевезення пасажирів.

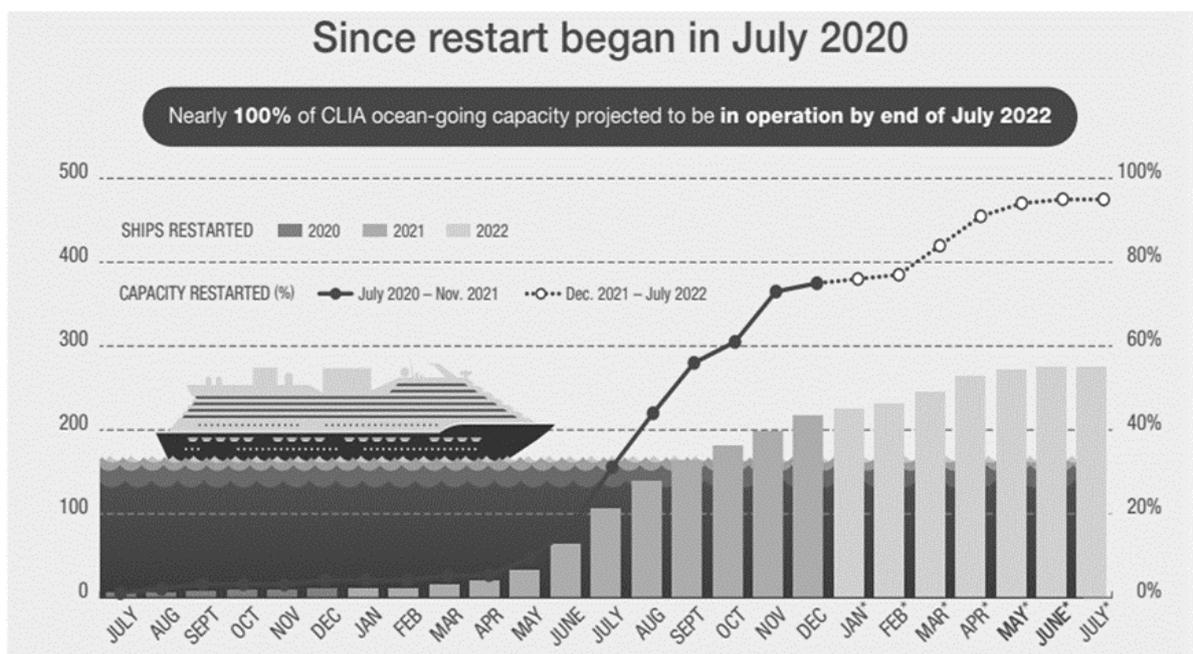


Рис. 2. Сучасний розвиток ринку морських круїзних послуг

Представлена технологія діяльності Системи Прийняття та Підтримки рішень(СППР) для організації круїзного перевезення. Надано механізми її експлуатації за допомогою сучасних інформаційних систем (рис. 5). провадження СППР розкриває головну особливість яка полягає в тому,що формування інформації засобами СППР передбачає певну самостійну технологію, використання наявних ресурсів (програмного забезпечення, бази моделей, баз даних, телекомунікацій). Цю технологію операційного моніторингу має визначити та організувати сам судновий оператор-менеджер. Тому найважливішою метою СППР є насамперед забезпечення технологією формування інформації, а також технологією підтримки ухвалених рішення. Спроектвана морська сучасна СППР, що застосовуються у маркетингових дослідженнях, які допомагають суднохідним менеджерам будувати карту оперування по регіонах ринку, визначати тарифну ставку судна, коефіцієнт комфортабельності, обсяги продажів

у досліджуваних регіонах оперування, обирати порти заходу круїзного судна, канали просування, вплив реклами, керувати асортиментом послуг. СППР можуть робити прогнози по продажам та рентабельності. Впровадження СППР надають судовим компаніям, їх менеджерам, набір засобів проектування технологій рішень для використання у різних ситуаціях. СППР обслуговує всі стадії рішення (інформаційну, проектну та стадію вибору). За допомогою СППР судові менеджери самостійно формують інформацію в інтерактивному режимі, індивідуально, незалежно. Для планування та контролю на тактичному та стратегічному рівнях [8, 17].

База даних СППР створюється для підтримки унікального рішення і може містити інформацію з інших БД (внутрішніх і зовнішніх), дані з особистих БД менеджера і підсумкову інформацію. Використання бази моделей суттєво відрізняє СППР від звітних інформаційних систем. База моделей для СППР – це насамперед спеціально організований набір математичних моделей (загально-цільових та специфічних).

#### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Проблеми розвитку круїзного бізнесу, морських пасажирських перевезень, міжнародного туризму та ролі судноплавних компаній у формуванні круїзних послуг досліджувалися у працях: Онищенко С.П., Логунова Н.А., Мельник І.Л., Лесник А.С., Шибяєва А.Г., Селіванова В.В., та ін. [3-9, 11]. Надана концепція системності [1, 2] дозволяє розглядати проблему проектування організації перевезення пасажирів у широкому значенні як систему, яка являє собою безліч елементів, з їх зв'язками та відносинами, що утворюють деякі, достатньо стійкі формування. На (рис. 4) нами показано взаємозв'язок проблеми управління інтеграцією рішень із маркетинговим середовищем, яка дозволяє врахувати вплив ринку на діяльність підприємства. Результати кон'юнктурного аналізу являються основою для владження прогнозів стану ринку на перспективу. Це потребує визначення основних закономірностей розвитку ринку пасажирських перевезень та аналіз тенденцій формування структур регіональних пасажиропотоків, що дає можливість визначити реальні цілі компанії.

У свою чергу об'єктивна оцінка стану пасажирського флоту (конкурентоспроможність, провізна здатність судна, комфортабельність та ін.) дозволяє розробити стратегію та тактику маркетингової діяльності судноплавної компанії [3, 11]. Розробити стратегію – прогнозування довгострокових перспектив розвитку компанії. Тому увага концентрується на систематизації умов та принципів розвитку глобального круїзного судноплавства. Незважаючи на інтенсивний розвиток круїзного ринку та розширення попиту серед громадян України, цей сегмент у нашій країні, досі слабо досліджений. Основні публікації належать зарубіжним дослідникам [3, 4, 5]. Сучасна кризова ситуація на морському транспорті спричинена такими факторами як:

- системною кризою транспортного комплексу;
- посиленням конкуренції на ринку транспортних послуг;
- старінням основних виробничих фондів, особливо флоту, та перевантажувальної техніки;
- зниженням ефективності діяльності більшості підприємств; зниженням їхньої платоспроможності;
- нестачею фінансових ресурсів для фінансового оздоровлення; наявністю значної кількості збиткових підприємств;
- високим рівнем експлуатаційних витрат;
- банкрутством підприємств;
- недостатнім рівнем інноваційних технологій, що застосовуються на перевезеннях і т.д. [9-10].

Сучасному круїзному бізнесу потрібен новий підхід, до планування, використовуючи СППР, що дозволяє оперативніше керувати процесом організації роботи пасажирських суден (круїзних і лінійних). [10-12].

**Метою дослідження є застосування нової технології (СППР) для підвищення ефективності роботи пасажирського флоту (круїзного та лінійного) шляхом створення системи підтримки прийняття рішень (СППР) та інтеграції її з SPSS технологією (Statistical Package for the Social Sciences) (рис. 6).**

Запропонована морська СППР це особлива інтерактивна система, яка використовує БД, програмне забезпечення, базу моделей та технологію менеджера з метою формування процедури прийняття та контролю структурованих та неструктурованих рішень, безпосередніми користувачами-менеджерами у процесі аналітичного моделювання на основі наданого набору технологій (рис. 3). Цей процес спрямований на якісне покращення роботи круїзного судноплавства (рис. 4, 6).

Характерною відмінністю і важливою складовою даної СППР є використання бази моделей рішень для SPSS. БД забезпечує процес класифікації круїзів, виділення груп клієнтів із подібними потребами, дозволяє проводити цілеспрямовану маркетингову політику, надаючи конкурентні переваги та мінімізацію витрат.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

Представлена методика формування та застосування спеціальних моделі для вирішення ділових проблем та засоби аналізу для формалізації роботи пасажирського флоту (рис. 4).

Ці моделі мають табличний (матричний), математичний чи графічний вигляд. Використання бази моделей суттєво відрізняє СППР від звітних інформаційних систем. База моделей для СППР – це спеціально організований набір математичних моделей (загально-цільових та специфічних) [6, 18]. Частина представлених моделей підтримує обчислення, наприклад, одно факторні та багато-факторні моделі які представляють зв'язок між багатьма

змінними. Наприклад, моделі множинної регресії, загальне завдання лінійного програмування, екстраполяції, кластерного аналізу [5, 7].

Організація БД, надає єдине середовище для зберігання корпоративних даних, у структурах, оптимізованих до виконання аналітичних операцій. Аналітичні засоби дозволяють кінцевому користувачеві, який не має спеціальних знань у галузі інформаційних технологій, здійснювати навігацію та подання даних у термінах предметної галузі (рис. 3).

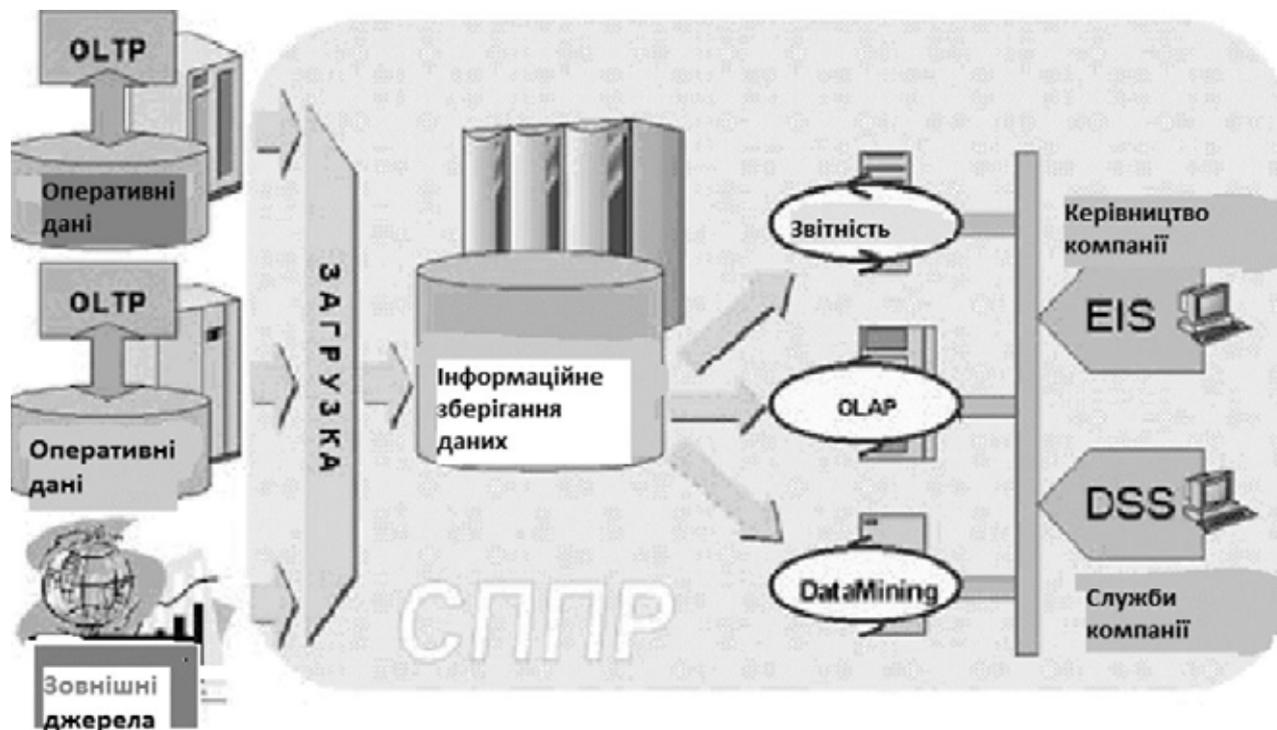


Рис. 3. Традиційна архітектуру сховищ даних СППР

Сховище даних (БД) є банком даних певної структури, що містить інформацію про виробничий процес судноплавної компанії. Головне призначення БД – забезпечувати швидке виконання сформованих аналітичних запитів. OLAP (On-Line Analytical Processing). Цей сервіс є інструментом для аналізу великих обсягів даних у режимі реального часу. Взаємодіючи з OLAP-системою, користувач зможе здійснювати гнучкий перегляд інформації, отримувати довільні сегменти даних та виконувати аналітичні операції деталізації, згортки, наскрізного розподілу, порівняння в часі. Вся робота з OLAP-системою відбувається у термінах предметної галузі.

Дає можливість:

- Розрахунок тарифної ставки.
- Розрахунок комфортабельності судна/тарифна ставка.
- Розрахунок показників роботи судна на маршруті.
- Проектування оптимального маршруту.
- Графіки заходів судна у запланований порт.
- Проектування оптимального завантаження судна для отримання прибутку (Точки безбитковості ТБ) [9, 18].
- Класифікація клієнтів що дає змогу виявити найвигідніші категорії клієнтів, під пропоноване судно та існуючий набір послуг.

На сьогоднішній день немає визнаного лідера в галузі виробництва програмного забезпечення для побудови систем СППР. Жодна з компаній не виготовляє готового рішення, придатного до безпосереднього використання у виробничому процесі замовника. Створення СППР завжди включає в себе стадії аналізу даних та бізнес-процесів замовника, проектування структур сховища з урахуванням його потреб та технологічних процесів [7, 10].

Проблема є актуальною, враховуючи розміри фінансових та інших ресурсів, що залучаються, складність і багатоступінь проектів побудови систем СППР, очевидна висока вартість помилок проектування. Помилки вибору

програмного забезпечення можуть спричинити фінансові витрати, не кажучи вже про збільшення часу виконання проекту. Помилки проектування структури даних можуть вести як до неприйнятних виробничих характеристик, так і коштуватиме часу витраченого на перезавантаження даних, який часом досягає кількох діб.

Тому глибоко розуміючи архітектуру сховищ даних, необхідно уникати будь-яких помилок, що спричиняє значне скорочення часу виконання проекту та можливість отримати максимальну віддачу від впровадження СППР [8].

EIS (Execution Information System) – інформаційні системи керівництва підприємства. Ці системи орієнтовані на підготовлених користувачів, мають спрощений інтерфейс, базовий набір пропонованих можливостей, фіксовані форми подання інформації. EIS-системи малюють загальну наочну картину поточного стану бізнес-показників роботи компанії та тенденції їх розвитку, з можливістю поглиблення інформації, що розглядається, до рівня великих об'єктів компанії. EIS-системи – та реальна віддача, яку бачить керівництво компанії від впровадження технологій СППР [16, 17].

DSS (Decision Support System) – повнофункціональні системи аналізу та дослідження даних, розраховані на підготовлених користувачів, які мають знання як у частині предметної галузі дослідження, так і в частині комп'ютерної грамотності. Зазвичай для реалізації DSS-систем (за наявності даних) достатньо встановлення та налаштування спеціалізованого ПЗ постачальників рішень з OLAP-систем та Data Mining [15, 18, 19].

При розробці системи підтримки прийняття рішень слід враховувати особливості процесу прийняття рішень, що у організації. Проте можна позначити три основні функціональні компоненти СППР: базу даних, базу моделей та програмну підсистему, яка складається з трьох підсистем: системи управління базою даних (СУБД), системи управління базою моделей (СУБМ) та системи управління інтерфейсом між користувачем та комп'ютером, рис. 4 [9, 12, 14, 18].

#### 1. База даних СППР:

База даних містить дані з різних джерел, включаючи внутрішні дані організації, дані, що генеруються різними додатками, а також зовнішні дані, отримані з Інтернету, і т. д. База даних систем підтримки прийняття рішень може бути невеликою або величезною (сховище даних), яке представляє собою банк даних, який підтримує інформаційні потреби організації.

#### 2. База моделей СППР:

База моделей складається з різних математичних та аналітичних моделей, які використовуються для аналізу складних даних, тим самим виробляючи необхідну інформацію. Модель передбачає вихідні дані на основі різних вхідних даних або умов, або визначає комбінацію умов і вхідних даних, яка потрібна для отримання бажаного результату. Вибір моделей, які мають бути включені до системи підтримки прийняття рішень, залежить від вимог користувача та цілей СППР [7, 9].

#### 3. Система управління базою даних (СУБД):

Сукупність програмних засобів загального чи спеціального призначення, що забезпечують управління виробництвом, маніпулюванням, та використанням баз даних (вставляти, видаляти, організувати та оновлювати). Система забезпечує безпеку зберігання даних, надійність та цілісність.

#### 4. Система управління базою моделей (СУБМ):

Функціями цієї системи є класифікація, організація та доступ до форм, тобто ці функції аналогічні функцій системи управління базами даних.

#### 5. Система управління інтерфейсом:

Ця система є інтерактивним графічним інтерфейсом, який спрощує взаємодію між СППР та його користувачами. Вона відображає результати (вихідні дані) аналізу у різних формах, таких як текст, таблиця, діаграми чи графіка. Користувач може вибрати потрібний варіант для перегляду висновку відповідно до його вимог. Інтерфейс визначає: мову користувача; мову повідомлень комп'ютера, який організовує діалог на екрані дисплея; знання користувачеві [11, 13].

На рис. 4 представлена технологія СППР для організації круїзного перевезення [18].

За підтримки рішень найчастіше нами в Базі моделей використовуються такі основні технології аналітичного моделювання:

- аналіз "що, якщо" (What-if аналіз);
- аналіз чутливості;
- оптимізаційний аналіз;
- кореляційно-регресійний аналіз;
- кластерний аналіз;
- аналіз та прогнозування на основі трендів [12, 13, 17].

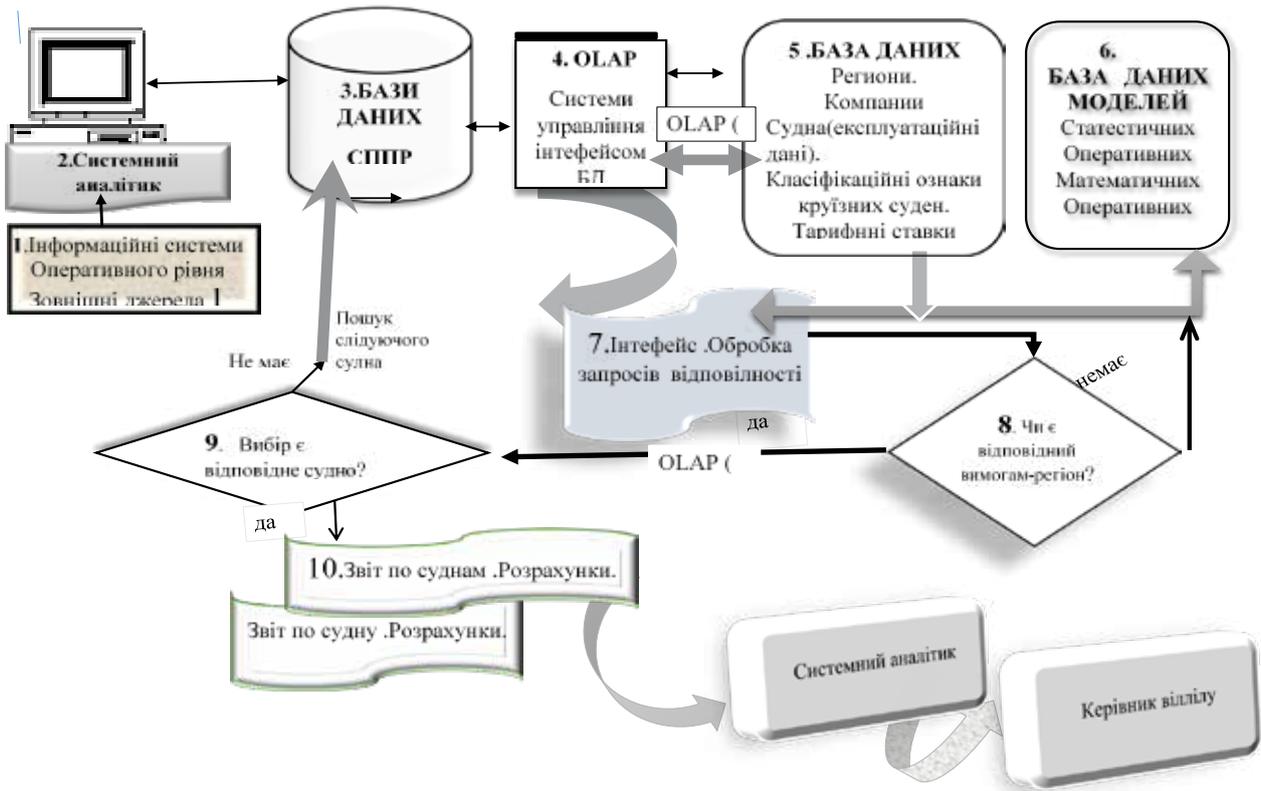


Рис. 4. СПДР управління роботою круїзного флоту [17]

На (рис. 5) наведено блок 6, який займає центральне місце у системі – де ми прогнозуємо об'єм перевезень для отримання значення критичного порогу рентабельності перевезення.

Задача формується слідуючим чином:

1) Світовий ринок пасажирського судноплавства містить у собі географічні регіони оперування (R).  $R=6$ .

2) Регіон містить секції(J).  $J=1 \dots n$ .

$$3) \sum_{j=1}^n Z_{ij} X_{ij} \leq N_i^{ВЛАСТНИЙ} \text{ - флот};$$

4) Оператор має у своєму розпорядженні  $N_j$ ,  $N_i^{ВЛАСТНИЙ} \text{ - флот};$

Як правило, судна (x) у регіоні різного рівня конструктивної та сервісної комфортабельності (коефіцієнт комфортабельності має різні показники  $m^2/\text{чол.}$ ) [я].

5) Пасажира місткості ( $N_j$ ). Судно i-го класу.

Компанія прогнозує оперування у різних регіонах відповідно до сезону. Прогнозування діяльності відбувається на перспективу, залежно від потоків пасажирів та економічного стану [я].

6) Компанія має можливість доручати орендні судна.

$$N_i^{АРЕНДА} m^1 + 1, m + 2, \dots m \text{ - флот.}$$

7) Прогнозований пасажиропотік  $Q_{ij}$  - ( $j = 1, 2, \dots n$ ); прогнозування виконуються кластерним аналізом [я].

Операційний леверидж є одним з основних механізмів управління параметрами дохідність (насамперед, прибутком) підприємства.

Ключовий принцип, покладений у формування цього показника, це оптимізація співвідношення між постійними та змінними витратами підприємства.

Зі сказаного вище, що операційний леверидж є основною характеристикою для визначення оптимальної динаміки прибутку підприємства залежно від обсягів виробництва та реалізації продукції. Операційний леверидж нерозривно пов'язаний із таким параметром інвестиційного аналізу, як точка беззбитковості. Операційний леверидж дозволяє аналізувати залежність між зміною обсягу виробництва та прибутком підприємства, що отримується в ході реалізації продукції (послуги). Операційний леверидж у свою чергу стає тим самим показником, який тією чи іншою мірою поєднує всі названі величини. Тому важливо визначити величину операційного левериджу на етапі планування майбутнього операційного періоду.

По-перше, величина операційного левериджу дозволяє визначити критичну точку (обсяг перевезень пасажирів) перевезення і тому приймати рішення про доцільність подальшого оперування на даному секторі.

По-друге, леверидж допомагає при розрахунку фінансового результату загалом з компанії, і навіть за видами суден, чи послуг виходячи з схеми «витрати – обсяг/перевезень – прибуток».

Операційний важіль (операційний леверидж) відображає, наскільки відсотків зміниться прибуток за зміни виручки на 1%.

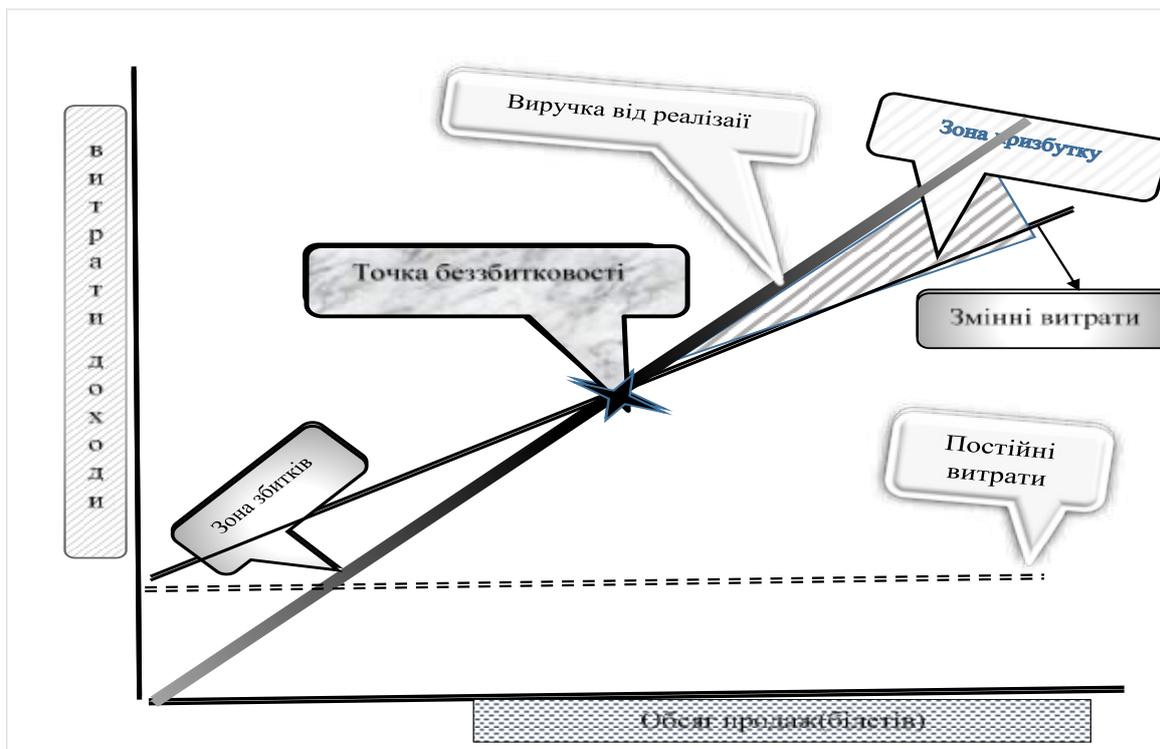


Рис. 5. Графічне зображення точки беззбитковості

Для визначення точки беззбитковості математичними методом приймемо такі позначення, де

$$VP = VC + F \tag{1}$$

$$V = \frac{F}{P - C} \tag{2}$$

$$VP = \frac{FP}{P - C} \tag{3}$$

Для одержання прибутку(A) маєм рівняння

$$VP = \frac{FP}{P - C} \tag{4}$$

Де:

*F* – постійні витрати;

*C* – змінні витрати;

*A* – прибуток;

*V* – обсяг реалізації;

*P* – ціна одиниці продукції;

Наведені формули дають можливість визначити точку беззбитковості та пов'язану з нею низку показників які наближають нас до визначення рівня поточного левериджу

$$P_{ол} = \frac{ПП\Delta / ПП}{OP\Delta / OP} \tag{5}$$

$P_{ol}$  – Операційний леверидж;

$ПП\Delta / ПП$  – Темпи зміни поточного прибутку

$OP\Delta / OP$  – темпи зміни обсягів реалізації в натуральних одиницях

Ми показали, що операційний леверидж є показником, яким можна вимірювати темпи зміни поточного прибутку до темпів зміни обсягів перевезень. Також він пов'язаний із рівнем постійних та змінних витрат (6).

$$ПП = V(P - C) - F \tag{6}$$

$$P_{ol} = \frac{\Delta V(P - C)}{V(P - C) - F} \tag{7}$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{V(P - C)}{V(P - C) - F} \tag{8}$$

Де:  $- V(P - C)$  маржинальний доход;

$- V(P - C) - F$  – поточний прибуток;

$- P_{ol}$  – операційний важіль.

Економічне значення  $P_{ol}$  – полягає у тому, що він показує темпи зміни величини поточного прибутку до величини обсягу перевезень.

Абсолютна величина операційного важеля показує в скільки разів збільшиться (зменшиться) величина поточного прибутку.

Отже операційний важель це  $P_{ol}$

$$P_{ol} = \frac{\text{Маржинальний доход}}{\text{Поточний прибуток}} \tag{9}$$

$$\text{Поточний прибуток (F)} = A_{\text{поточнийдоход}} = P_{ol} \times x\% \tag{10}$$

Наводиться модель управління флотом компаній на базі вище наведеного, поняття яким можна вимірювати темпи зміни поточного прибутку до темпів зміни обсягів перевезення.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Z_{ij} X_{ij} \rightarrow \text{MAX}; \tag{11}$$

$$\sum_{i=1}^M Z_{ij} q_{ij} \leq Q_{ij} - (j = 1, 2, \dots, n); \tag{12}$$

$$\sum_{j=1}^N Z_{ij} X_{ij} \leq N_i^{\text{ВЛАСТНИЙ}} - \text{флот}; \tag{13}$$

$$i = 1, 2, \dots, m^1; \tag{14}$$

$$\sum_j Z_{ij} X_{ij} \leq N_i^{\text{АРЕНДА}} m^1 + 1, m + 2, \dots, m - \text{флот}; \tag{15}$$

$$x_{ij} \geq 0, (i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n).$$

Де:

–  $N_i$  – кількість суден компаній,  $X_i$ -класу,

–  $Z$  – параметр управління, по значенню якого провадиться включення судна до круїзу.

$$Z = \begin{cases} 1, & \text{якщо судно } X, i\text{-класу, допускаються до оперування у } J\text{-му регіоні} \\ 0, & \text{якщо судно } X, i\text{-класу, не допускаються до оперування у } J\text{-му регіоні} \end{cases}$$

Показник  $P_{ol}$  дає потенційну можливість впливти на величину поточного прибутку шляхом зміни структури витрат та обсягу перевезень. Чим більша величина постійних витрат, тим чутлива величина поточного прибутку

до зміни обсягів перевезень. Показник має  $P_{ол}$  чітку інтерпретацію – якщо, наприклад,  $P_{ол}$  дорівнює «3», це означає, що при збільшенні обсягів перевезень на  $x\%$ , величина поточного прибутку  $A$  дорівнює:

$$A_{\text{поточний дохід}} = P_{ол} \times x\% . \tag{16}$$

**Висновки**

Спроектвана сучасна СППР, що застосовуються в маркетингових дослідженнях, які допомагають суднохідним менеджерам будувати карту оперування по регіонах ринку, визначати тарифну ставку судна, коефіцієнт комфортабельності, обсяги продажів, досліджувати регіони оперування, вибрати порт заходу круїзного судна, канали просування, аналізувати вплив реклами, керувати асортиментом послуг. СППР можуть робити прогноз продажу та рентабельності

Нами запропоновано:

- Архітектура сховища даних, включаючи структури зберігання та моделі процесів управління. Бази Даних та Бази Моделей.
- Надано інструменти статистичного аналізу для «видобування даних» для вибору програмних продуктів під архітектуру та потреби Замовника.
- Розроблено інформаційна Систем Керівника (EIS) під необхідну функціональність. Послуги з інтеграції баз даних у єдине середовище зберігання інформації

Ми показали, що операційний леверидж є показником, яким можна вимірювати темпи зміни поточного прибутку виходячи із темпів зміни обсягів перевезень. Надана технологія прогнозування показників ефективності проекту.

Операційний леверидж у свою чергу стає тим самим показником, який тією чи іншою мірою поєднує всі перераховані вище величини. Тому важливо визначити величину операційного левериджу на етапі планування майбутнього операційного періоду. Організація оперування пасажирського судна у Регіоні, представлена на рис. 5.

Величина операційного левериджу дозволяє визначити критичну точку (обсяг перевезень пасажирів) перевезення і тому приймати рішення про доцільність подальшого оперування на даному секторі.

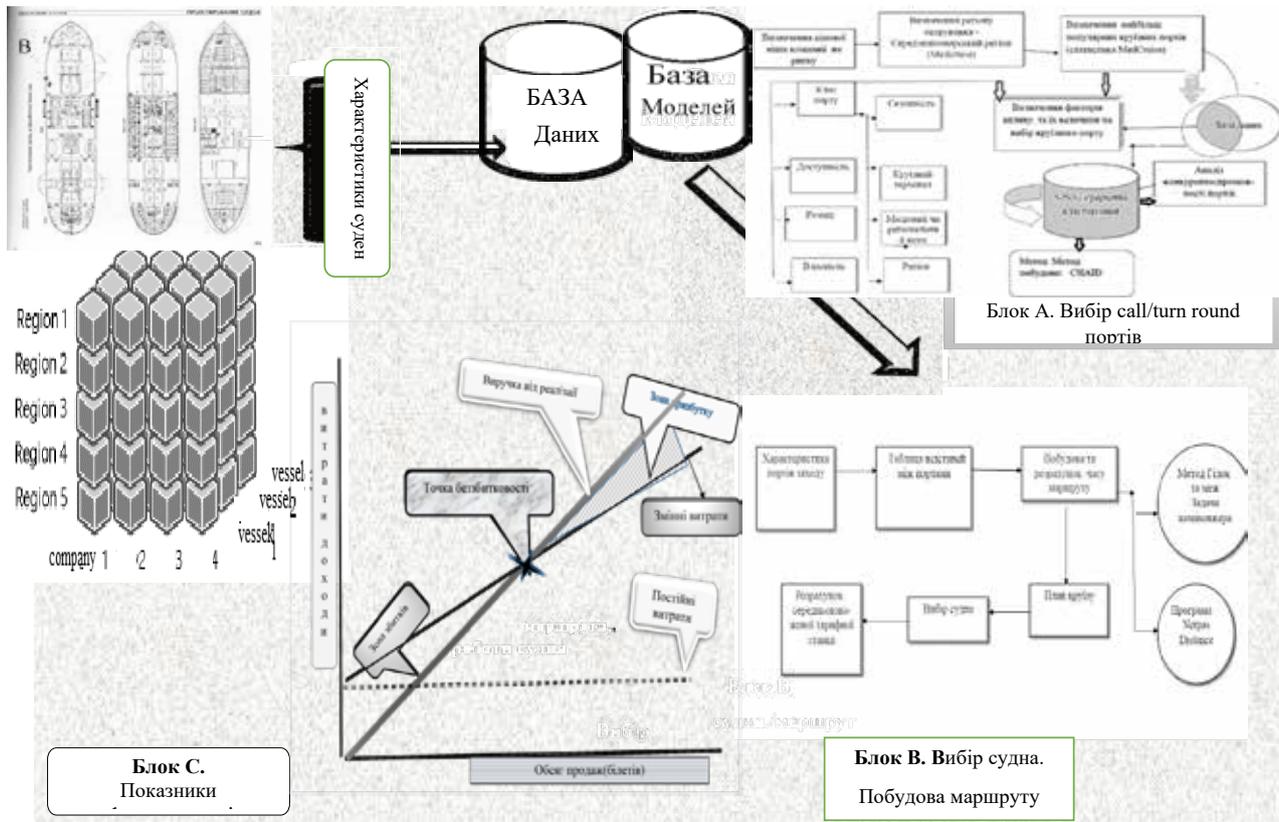


Рис. 6. Організація оперування пасажирського судна у Регіоні

## Список використаної літератури

1. Онищенко С.П. Основные этапы моделирования стратегических планов маркетинговой деятельности судоходных компаний // Розвиток методів управління та господарювання на транспорті. Збірник наукових праць. № 4. Одеса: ОДМУ, 1999. С. 195-203.
2. Логунова Н.А. Мировой рынок круизной индустрии: особенности формирования и перспективы развития. Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу. 2013. № 2 (22). С. 29-34.
3. Мельник І.Л. Інноваційні зміни на ринку круїзного туризму. Бізнес Інформ. 2014. № 12. С. 313-319.
4. Селиванов В.В. Международный морской туризм: Основы организации и методология: учебное пособие. Симферополь. ИТ «Ариал», 2015. С. 296.
5. Лесник А.С. Управление портом в условиях конкуренции // Судоходство. 2000. № 9. С. 31-32.
6. Boehe D. M., & Cruz L. B. Corporate social responsibility, product differentiation strategy and export performance. Journal of Business Ethics, 91, 325-346. <http://dx.doi.org/10.1007/s10551-010-0613-z>. 2010.
7. Hosany S., & Witham M. Dimensions of Cruisers' Experiences, Satisfaction and Intention to Recommend. Journal of Travel Research, 49(3), 351-364. <http://dx.doi.org/10.1177/0047287509346859>. 2010.
8. Krugman P. R. Scale economies, product differentiation and the pattern of trade. American Economic Review, 70, 950-959. 2012.
9. Holcombe R. G. Product Differentiation and Economic Progress. The Quarterly Journal of Austrian Economics, 12(1), 17-35. 2009.
10. Шибаев А. Г., Сильванская Г. Н. Пассажи́рские перевозки: учеб. пособие / А. Г. Шибаев, Г. Н. Сильванская : под ред. д.т.н., проф. А. Г. Шибаев. Одесса: Феникс, 2013. С. 336. УДК656.614.2(076.8)ББК 39.48я73. ISBN 978-966-438-593-7.
11. White R. E., & Hamermesh R. G. Toward a model of business unit performance: An integrative approach. Academy of Management Review, 6, 213-223. 1986.
12. Gulliksen V. The cruise industry. Society, 45, 342-344. <http://dx.doi.org/10.1007/s12115-008-9103-7>. 2008.
13. Head K., & Reis J. Increasing returns versus national product differentiation as an explanation for the pattern of U.S. Canada trade. American Economic Review, 91(4), 858-876. <http://dx.doi.org/10.1257/aer.91.4.858>. 2001.
14. Garrow L., Ferguson, M., Keskinocak P., & Swann J. Expert opinions: Current pricing and revenue management practice across U.S. industries. Journal of Revenue and Pricing Management, 5(3) 237-247. <http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.rpm.5160042>. 2006.
15. Farakhutdinov Sh. F., Bushuyev A.S. Processing and Analysis of Sociological Research Data in the SPSS 17.0 Package. Course of lectures : tutorial / Sh. F. Farakhutdinov, A. S. Bushuyev. – Tyumen : TyumSOGU, 220 p. ISBN 978-5-9961-0414-7. 2011.
16. Устинова Г. М. Информационные системы менеджмента. Основные аналитические технологии в поддержке принятия решений. Москва: DIASOFT, 2000. С. 364. SBN: 5-93772-001-6.
17. Сильванська Г.Н., Карп Г.В. Кластерний аналіз як інструмент сегментації круїзних ліній. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.И. Вернадського. Київ. 2021р Серія Технічні Науки. Том 32(71). № 6. С. 239.

## References

1. Onishchenko S.P. (1999) Osnovnye etapy modelirovaniya strategicheskikh planov marketingovoy deyatelnosti sudokhodnykh kompaniy. Rozvitok metodiv upravlinnya ta gospodaryuvannya na transporti. Zbirnik naukovikh prats'. № 4. Odesa: ODMU, S. 195-203.
2. Logunova N.A. (2013) Mirovoy rynek kruiznoy industrii: osobennosti formirovaniya i perspektivy razvitiya. Visnik Berdyans'kogo universitetu menedzhmentu i biznesu. № 2 (22). S. 29-34.
3. Mel'nik I.L. (2014) Innovatsiyni zmini na rinku kruiznogo turizmu. Biznes Inform. № 12. S. 313-319.
4. Selivanov V.V. (2015) Mezhdunarodnyy morskoy turizm: Osnovy organizatsii i metodologiya: uchebnoe posobie. Simferopol'. IT «Ariall», S. 296.
5. Lesnik A.S. (2000) Upravlenie portom v usloviyakh konkurentsii // Sudokhodstvo. № 9. S. 31-32.
6. Boehe D. M., & Cruz L. B. (2010) Corporate social responsibility, product differentiation strategy and export performance. Journal of Business Ethics, 91, 325-346. <http://dx.doi.org/10.1007/s10551-010-0613-z>.
7. Hosany S., & Witham M. (2010) Dimensions of Cruisers' Experiences, Satisfaction and Intention to Recommend. Journal of Travel Research, 49(3), 351-364. <http://dx.doi.org/10.1177/0047287509346859>.
8. Krugman P. R. (2012) Scale economies, product differentiation and the pattern of trade. American Economic Review, 70, 950-959.
9. Holcombe R. G. (2009) Product Differentiation and Economic Progress. The Quarterly Journal of Austrian Economics, 12(1), 17-35.

10. Shibaev A. G., Sil'vanskaya G. N. (2013) Passazhirskie perevozki: ucheb. posobie / A. G. Shibaev, G. N. Sil'vanskaya : pod red. d.t.n., prof. A. G. Shibaev. Odesa: Feniks, S. 336. UDK656.614.2(076.8)BBK 39.48ya73. IBSN 978-966-438-593-7.
11. White R. E., & Hamermesh R. G. (1986) Toward a model of business unit performance: An integrative approach. *Academy of Management Review*, 6, 213–223.
12. Gulliksen V. (2008) The cruise industry. *Society*, 45, 342–344. <http://dx.doi.org/10.1007/s12115-008-9103-7>.
13. Head K., & Reis J. (2001) Increasing returns versus national product differentiation as an explanation for the pattern of U.S. Canada trade. *American Economic Review*, 91(4), 858-876. <http://dx.doi.org/10.1257/aer.91.4.858>.
14. Garrow L., Ferguson, M., Keskinocak P., & Swann J. (2006) Expert opinions: Current pricing and revenue management practice across U.S. industries. *Journal of Revenue and Pricing Management*, 5(3). 237-247. <http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.rpm.5160042>.
15. Farakhutdinov Sh. F., Bushuyev A.S. (2011) Processing and Analysis of Sociological Research Data in the SPSS 17.0 Package. Course of lectures : tutorial / Sh. F. Farakhutdinov, A. S. Bushuyev. Tyumen : TyumSOGU, 220 p. ISBN 978-5-9961-0414-7.
16. Ustinova G. M. (2000) Informatsionnye sistemy menedzhmenta. Osnovnye analiticheskie tekhnologii v podderzhke prinyatiya resheniy. Moskva: DIASOFT, S. 364. SBN: 5-93772-001-6.
17. Sil'vans'ka G.N., Karp G.V. (2021) Klasterniy analiz yak instrument segmentatsii kružnikh liniy. Vcheni zapiski Tavriys'kogo natsional'nogo universitetam imeni V.I Vernads'kogo. Kiïv. Seriya Tekhnichni Nauki. Tom 32 (71) № 6. S. 239.

## ТЕХНОЛОГІЯ ЛЕГКОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 006.83:685.34.025-037.1

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.1.11>**Г. А. БОЙКО**

кандидат технічних наук,  
доцент кафедри товарознавства стандартизації та сертифікації  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0001-8773-5525

**В. В. ЄВТУШЕНКО**

кандидат технічних наук, доцент,  
в.о. завідувача кафедри товарознавства стандартизації та сертифікації  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-8720-5804

**Ю. В. БЕРЕЗОВСЬКИЙ**

доктор технічних наук,  
професор кафедри товарознавства стандартизації та сертифікації  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-9645-2743

**Н. О. МАТРЮК**

магістр кафедри товарознавства стандартизації та сертифікації  
Херсонський національний технічний університет

**ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ  
ВЗУТТЯ З КОНОПЛЯНОЇ ТКАНИНИ МЕТОДОМ  
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ДОСЛІДНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

*В даній роботі на базі існуючої методики експериментального носіння взуття розроблено нову методику оцінки експлуатаційних властивостей взуття з верхом на основі волокон технічних конопель. Згідно з розробленою методикою було враховано результати дослідження показників якості всіх складових тканини верху взуття, умови проведення дослідного носіння, сезонність, фактори впливу навколишнього середовища та інтенсивність експлуатації. Складено анкети учасників дослідного носіння, в яких відображено всі позитивні та негативні моменти експлуатації взуття.*

*Експлуатація дослідних зразків відбувалася шість місяців (з квітня по жовтень), адже даний вид взуття не утеплений, тому він не може використовуватися в холодні місяці року. За цей період, кожного місяця в лабораторних умовах визначали їх розмір і повноту, гігроскопічність та забрудненість.*

*Результати анкетування перевірено та підтверджено лабораторними дослідженнями показників якості взуття, що проводилися через певні інтервали часу. За результатами даного експерименту було протестоване нове текстильне взуття з тканиною верху на основі технічних конопель. Розмір у динамічних умовах за весь період експлуатації збільшився на 0,06 %, а повнота на 0,01 % порівняно з даними попередніх замірювань до експериментального носіння, забрудненість зросла тільки на 1,5 %, а гігроскопічність залишилася незмінною й становить 15 %. Отримані якісні показники нового взуття мають кращі споживні властивості за вже існуючі моделі взуття з даного виду волокна.*

**Ключові слова:** конопляні волокна, текстильне взуття, експериментальне носіння, анкетування, якісні властивості.

**G. A. BOIKO**

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor at the Department of Commodity Science,  
Standardization and Certification  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0001-8773-5525

V. V. EVTUSHENKO

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Acting Head of the Department Commodity Science,  
Standardization and Certification  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-8720-5804

Y. V. BEREZOVSKY

Doctor of Technical Sciences,  
Professor at the Department of Commodity Science,  
Standardization and Certification  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-9645-2743

N. A. MATRYUK

Master at the Department of Commodity Science,  
Standardization and Certification  
Kherson National Technical University

## DETERMINATION OF PERFORMANCE AND ENVIRONMENTAL PROPERTIES OF SHOES FROM HEMP FABRIC BY THE METHOD OF EXPERIMENTAL RESEARCH OPERATION

*In this paper, on the basis the existing methodology for experimental wearing of shoes, a new method for assessing the performance properties of shoes with uppers based on technical hemp fibers has been developed. According to the developed methodology, the results of a study of the quality indicators of all components of the shoe upper fabric, the conditions for experimental wearing, seasonality, environmental factors and the intensity of operation were taken into account. Compiled questionnaires for participants in experimental wearing, which reflect all the positive and negative aspects of the operation of shoes.*

*The prototypes were used for six months (from April to October), because this type of footwear is not insulated, so it cannot be used in the cold months of the year. During this period, their size and completeness, hygroscopicity and contamination were determined in laboratory conditions every month.*

*The results of the survey were verified and confirmed by laboratory studies of the quality indicators of shoes, which were carried out at certain time intervals. Based on the results of this experiment, a new textile shoe with an upper fabric based on technical hemp was tested. The size in dynamic conditions during the entire period of operation increased by 0.06%, and the width of the shoe by 0.01%, depending on the data of previous measurements before experimental wear; the contamination increased by only 1.5%, and the hygroscopicity remained unchanged at 15%. The obtained qualitative indicators of new shoes have the best consumer properties of existing models of shoes made from this type of fiber.*

**Key words:** hemp fibers, textile footwear, experimental wearing, questioning, qualitative properties.

### Постановка проблеми

Взуття є однією з невід'ємних частин нашого життя. Наразі у світі існує тисячі варіантів взуття від звичайних шльопанців до екстравагантних туфлів на великих підборах.

В епоху такого різноманіття потрібно розуміти, коли і яке взуття треба носити, щоб не зашкодити своєму здоров'ю та відчувати комфорт у будь якому місці. У гардеробі кожного жителя планети обов'язково присутнє легке, комфортне, текстильне взуття. Для виготовлення такого взуття використовуються волокна рослинного походження, тваринного, штучного і навіть мінерального. Головне, щоб даний текстиль володів якісними екологічними та експлуатаційними властивостями.

Вченими Херсонського національного технічного університету проводяться дослідження з використання вітчизняної текстильної сировини волокон технічних конопель, яка володіє безліччю якісних властивостей, які мають позитивний вплив при виготовленні взуття. Легкість та міцність такого текстильного взуття, сприяють його попиту серед населення. У такому динамічному темпі життя, потрібно мати можливість пересуватися швидко і безболісно. Фізичні властивості натурального текстилю дозволяють повітрю вільно переміщатися зсередини назовні, а значить, ноги у ньому не будуть пітніти та мати ушкодження від ходьби. Завдяки цьому натуральний текстиль – ідеальний вибір для спекотної погоди. Також, натуральний текстиль з таких рослинних волокон не викликає алергію, подразнення або інші дерматологічні розлади.

Не зважаючи на позитивні аспекти, вченими також, було доведено, що даний натуральний текстиль має ще й негативні фактори впливу на експлуатаційні властивості взуття. Було доведено, що через високий показник відносного розривного подовження волокон технічних конопель, які використовувалися в тканині верху взуття, втрачалась з часом формостійкість даного взуття.

Вченими було проведено фундаментальну роботу по збереженню експлуатаційних властивостей взуття з тканиною верху на основі технічних конопель [1]. Після всіх експериментальних досліджень було отримано зразки текстильного взуття, чоловічої та жіночої моделі кросівок.

Концепція подальших досліджень під час виконання даної роботи полягає у визначенні експлуатаційних та екологічних властивостей отриманих зразків взуття методом експериментальної дослідної експлуатації.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Існує спеціальна методика проведення дослідного носіння для дослідження якості взуття, шкір і тканин для верху взуття: встановлено кількість зразків, які потрібні для отримання достовірних даних (50-100), виявлені характерні категорії носіїв та умов носіння взуття, розроблена класифікація дефектів [2].

Для виготовлення лівих дослідних півпар взуття повинні використовуватися дослідні шкіри та матеріали (з індексом Д – дослідні) Праві контрольні півпари (з індексом К), виготовлені із шкір та матеріалів заводського виробництва, оброблених за стандартною методикою. Шкіри та матеріали для взуття дослідної партії потрібно виробляти методом почергових половинок. Половинки від однієї шкіри та матеріалу повинні бути замарковані одним порядковим номером з індексом Д і К.

Розкрій шкір і матеріалів для лівої та правої півпар взуття потрібно здійснювати із симетричних ділянок половинок однієї й тієї ж шкіри, замаркованих одним і тим самим номером з індексом Д і К. У процесі розкрою необхідно замаркувати деталі заготовок – ліва та відповідна їй права деталь повинні мати однаковий порядковий номер. В подальшому маркувальний номер повинен бути перенесений на підкладку.

Під час з'єднання лівих і правих півпар необхідно керуватися маркувальними номерами. На решту інших деталей взуття повинні використовуватися матеріали існуючого виробництва.

Розкрій та виготовлення взуття потрібно проводити під наглядом замовника. Партія взуття повинна виготовлятися відповідно до діючої технології, відповідати вимогам державного стандарту, мати привабливий зовнішній вигляд, бути прийнятною ВТК підприємства.

До партії взуття потрібно додати акт із зазначенням всіх особливостей технології виготовлення взуття, результатів хімічного аналізу та фізико-механічних випробувань дослідних і контрольних шкір, фізико-механічних випробувань готового взуття, а також перелік матеріалів на всі деталі взуття.

Спостереження за станом взуття та тканиною для верху взуття відбувається під час огляду взуття через встановлені проміжки часу з органолептичною оцінкою дефектів. Дослідна експлуатація може призводити до повного руйнування зразків взуття. Носіння доручають тим групам споживачів, для яких призначається взуття.

Методи випробування взуття шляхом дослідної експлуатації вивчалися багатьма науковцями. Один із методів, запропонований вченими Г.Є. Лобановим і Н.Н. Черніковим, був розроблений на основі аналізу результатів експлуатаційних випробувань і досліджень [3, 4]. Цей метод регламентує низку параметрів, які, обмежуючи певною мірою вплив ряду чинників, забезпечують отримання порівнянних і достатньо надійних результатів. Автором Р.З. Черпахиною розроблена методика дослідного носіння взуття із застосуванням коефіцієнта комфортності на основі уточнених факторів комфортності. Вітчизняним вченим Н.В. Лисенко [5, 6] була запропонована методика дослідної експлуатації взуття, основними завданнями якої є:

- визначення відповідності конструкції виготовленого взуття ергономічним вимогам учасників дослідного носіння та ступеня її комфортності;
- оцінювання показників взуття з верхом зі шкіри або тканини за результатами суб'єктивних спостережень і відчуттів учасників дослідного носіння та шляхом лабораторних досліджень через певні інтервали часу експлуатації (3, 6, 9 і 12 міс.), що дозволить відстежити динаміку зміни потрібних властивостей.

Різноманіття чинників, що обумовлюють відмінності в умовах носіння взуття у період його дослідної експлуатації, і велика неоднорідність у властивостях взуттєвих матеріалів зумовлюють значне розходження одержуваних результатів. Тому, щоб отримати достовірні відомості про експлуатаційні властивості взуття, виготовленого із застосуванням нових матеріалів верху та підошви, необхідно випробувати значну кількість взуттєвих виробів. Таким чином, дані методики характеризується значною тривалістю та вартістю, що слід віднести до їх недоліків. При великому різноманітті факторів, здатних вплинути на оцінку експлуатаційних властивостей під час дослідного носіння, слід визнати доцільним застосування даних методик. Однак у нашому випадку потрібно оцінити всього декілька властивостей отриманих зразків взуття, що базуються на перевірці формостійкості нової тканини для верху взуття.

#### **Формулювання мети дослідження**

Розроблення нової методики експериментально-дослідної експлуатації з метою визначення екологічних та експлуатаційних властивостей нового текстильного взуття з тканиною верху на основі технічних конопель.

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

Для випробувань в реальних умовах основних споживних властивостей взуття, виготовленого із застосуванням нових матеріалів або використанням нових процесів виробництва та обробки матеріалу, що відрізняються за параметрами, передбаченими нормативною документацією, використовують метод дослідної експлуатації.

Однією з важливих характеристик якості тканини для верху взуття є її надійність, тобто властивість чинити опір зношуванню, розтягуванню, деформації тощо, за певних умов експлуатації чи випробувань [2].

Для реалізації завдань даної роботи було розроблено сукупність процедур і правил, які об'єдналися в авторську методику проведення дослідної експлуатації. Основними критеріями даної методики є:

- опис самого методу;
- умови та правила підбору та виготовлення зразків;
- алгоритм виконання операцій для визначення експлуатаційних характеристик взуття;
- форми подання даних та оцінювання точності, вірогідності одержаних результатів.

Розроблена методика проведення дослідної експлуатації регламентує виконання таких операцій:

- попереднє формування властивостей напівфабрикатів (волокна, пряжі, тканини);
- виробництво та підготовку зразків для дослідної експлуатації;
- встановлення змісту й правил перебігу операцій під час проведення дослідної експлуатації, включаючи підбір контингенту учасників дослідного носіння;
- організацію та проведення дослідної експлуатації, умови, термін і моніторинг звітів учасників;
- обробку проміжних результатів (звітів учасників дослідного носіння) та аналіз кінцевих результатів.

Зважаючи на те, що основні властивості тканини були сформовані та досліджені на попередніх етапах виконання даної роботи, за даною методикою запропоновано проводити дослідне носіння лише трьох пар зразків взуття з новою тканиною верху.

Оцінювання якісних характеристик виготовленого взуття, ступеня його комфортності, динаміки зміни формостійкості взуття через певні інтервали часу здійснювали за результатами анкетування, яке передбачало фіксацію суб'єктивних спостережень та відчуттів учасників дослідного носіння. Анкета, розроблена для реалізації поставлених завдань, містить певний перелік питань, більшість яких ставиться у вигляді альтернативи, що значно полегшує статистичну обробку та аналіз відповідей учасників дослідного носіння.

Підбір контингенту учасників дослідного носіння базувався на аналізі особливостей застосування взуття, що відповідають його виду та призначенню. Таким чином, оскільки дослідним взуттям є кросівки, то учасниками дослідної експлуатації можуть бути спортсмени та люди, що інтенсивно працюють, тобто ті споживачі, які постійно потребують зручного взуття.

Методика даного експериментального носіння передбачає практично щоденне використання взуття. Для одержання достовірних результатів та врахування всіх можливих факторів впливу на споживні властивості необхідно зафіксувати діапазон температур, кількість днів із атмосферними опадами, тривалість разового перебування учасника дослідження в умовах підвищеної вологості, наявність впливу небезпечних і шкідливих чинників. Обов'язково слід брати до уваги ті характерні дії учасника дослідження, що формують особливості експлуатації взуття; види робіт, які він виконує; тривалість безперервної експлуатації взуття; особливості догляду після закінчення робочого дня. Необхідно розглянути всі можливі причини збереження чи втрати формостійкості під час експлуатації взуття.

З метою спостереження за перебігом експлуатації та фіксації змін взуття проводили періодичні огляди, зокрема, огляди для фіксування зовнішнього вигляду взуття, виявлення дефектів.

Анкетування учасників дослідного носіння здійснювали після кожного місяця експлуатації. Крім того, кожного місяця виконували лабораторні замірювання розміру та повноти зразків взуття, а також визначення показників забрудненості та гігроскопічності.

Оскільки модель зразків – це кросівки без утеплення, то дослідне носіння проводили в період з весни (квітня) до осені (жовтня) – у підсумку 6 повних місяців експлуатації.

Результати оцінювання показників якості взуття з верхом із тканини на основі волокон технічних конопель за суб'єктивними спостереженнями учасників дослідного носіння наведено в табл. 1

Аналіз результатів проведеного анкетування, поданих у табл. 1, свідчить, що учасники дослідного носіння жодному показнику не поставили оцінку «незадовільно», а «задовільно» – всього 2 рази в кінці шостого місяця. Узагальнюючи відповіді учасників дослідного носіння, можна зробити висновок, що виготовлене взуття має досить гарний зовнішній вигляд, зручне у використанні, за рахунок саржевого переплетення майже не попускає воду, не забруднюється, а головне, практично не втрачає формостійкості. Учасники дослідного носіння також відзначили, що під час експлуатації взуття розмір та повнота практично не змінилися, комфортність взуття не зменшилася. Таким чином, взуття забезпечувало нормальне функціонування стопи за різних умов і протягом усього терміну експлуатації, що підтверджується відсутністю подразнень та надлишкового потовиділення.

З метою об'єктивного оцінювання показників якості дослідних зразків взуття кожного місяця в лабораторних умовах визначали їх розмір і повноту, гігроскопічність та забрудненість. Результати лабораторних досліджень взуття за весь період часу експериментального носіння наведено в табл. 2.

Таблиця 1

## Оцінка показників якості дослідних зразків взуття учасниками дослідного носіння

№ з/п	Показник	Тривалість експлуатації, міс.								
		1 міс.			3 міс.			6 міс.		
		Учасники дослідного носіння								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1.	Зовнішній вигляд	в	в	в	в	в	д	в	в	д
2.	Комфортність (зручність носіння)	в	в	в	в	в	в	в	в	в
3.	Інтенсивність потовиділення під час перебування у взутті	в	д	д	в	в	д	в	д	д
4.	Водопроникність (захист від води)	в	д	д	в	д	д	в	д	з
5.	Зміна розміру під час експлуатації	в	в	в	в	в	д	в	в	д
6.	Забрудненість	в	в	д	в	д	д	в	д	з
7.	Теплозахисні властивості	д	д	д	д	д	д	д	д	д
8.	Стан деформації після прання та сушіння	в	д	д	д	д	д	в	в	д

Примітка: в – відмінно; д – добре; з – задовільно; н – незадовільно.

Таблиця 2

## Оцінка показників якості дослідних зразків взуття під час лабораторних досліджень

№ з/п	Найменування показника	Початкове значення показника	Тривалість експлуатації, міс.		
			1 міс.	3 міс.	6 міс.
1.	Розмір (42), мм	270	270,1	270,2	270,3
2.	Повнота, мм	95,0	95,0	95,1	95,1
3.	Забрудненість, %	0	1,0	1,5	1,5
4.	Гігроскопічність, %	15	15	15	15

Аналіз результатів лабораторних досліджень, наведених у табл. 2, підтверджує оцінки учасників дослідного носіння. Розмір у динамічних умовах за весь період експлуатації збільшився на 0,06 %, а повнота на 0,01 % порівняно з даними попередніх замірювань до експериментального носіння, забрудненість зросла тільки на 1,5 %, а гігроскопічність залишилася незмінною й становить 15 %.

## Висновки

Таким чином, узагальнюючи результати проведених досліджень, можна зробити висновок, що використання вітчизняної сировини – волокна технічних конопель – у взуттєвому виробництві є перспективним напрямком розвитку українського ринку безпечної, екологічно чистої та конкурентоспроможної продукції високої якості.

## Список використаної літератури

1. Бойко Г.А., Расторгуєва М.Й., Капітонов А.В. Проблеми використання конопляних волокон у тканинах для виготовлення верху взуття. *Товарознавчий вісник*. Луцьк, 2021. № 14. С. 135-142.
2. Байдакова Л.І. Методи оцінки якості взуття і шкір для верху взуття. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2009. № 2. С. 134-437.
3. Лисенко Н. В. Методика проведення дослідної експлуатації взуття спеціального призначення із верхом зі шкіри з гідрофобною обробкою : матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції "Актуальні проблеми теорії і практики експертизи товарів" (18-20 березня 2015 р.). м. Полтава, 2015. С. 29-32.
4. Черников Н. Н. Установление срока службы материалов в деталях обуви. Москва: Гизлегпром, 1952. 52 с.
5. Лобанова Г. Є., Либа В. П. Випробування зразків взуття з деталями із композиційних матеріалів у дослідному носінні. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2007. № 6. С. 125-128.
6. Черехаїна Р. З. Розробка спеціального взуття для шахтарів: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.19.06 – Київ. нац. ун-т технологій та дизайну. 2005. 20 с.

## References

1. Boyko G.A., Rastorgueva M.Y., Kapitonov A.V. (2021) Problems of using hemp fibers in fabrics for making shoe uppers. *Commodity Bulletin*. Lutsk, No. 14, p. 135-142, <https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2021-14-14>
2. Baidakova L.I. (2009) Methods of evaluating the quality of footwear and leather for shoe uppers. *Measuring and computing equipment in technological processes*, No. 2, p. 134-437.
3. Lysenko N.V. (2015) Methodology for experimental operation of special-purpose shoes with leather uppers with hydrophobic treatment: materials of the 2nd International Scientific and Practical Internet Conference "Actual Problems of the Theory and Practice of Goods Examination" (March 18-20, 2015). Poltava, p. 29-32.

4. Chernikov N. N. (1952) Establishment of the service life of materials in footwear parts. Moscow: Gizlegprom, 52 p.
5. Lobanova G. E., Lyba V. P. (2007) Testing shoe samples with details from composite materials in trial wear. Bulletin of the Khmelnytskyi National University. Technical sciences, No. 6, p. 125-128.
6. Cherepakhina R. Z. (2005) Development of special footwear for miners: autoref. Dis... Cand. technical Sciences: 05.19.06 – Kyiv. national University of Technology and Design. 20 p.

**I. С. ВАСИЛЬЧЕНКО**

аспірант кафедри хімічних технологій,  
експертизи та безпеки харчової продукції  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-0546-021X

**М. О. БОБРОВА**

студент кафедри хімічних технологій,  
експертизи та безпеки харчової продукції  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-0695-4780

**О. Я. СЕМЕШКО**

доктор технічних наук, старший дослідник,  
професор кафедри хімічних технологій,  
експертизи та безпеки харчової продукції  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-8309-5273

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОМПОЗИЦІЇ СИЛІКОНІВ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОСМЕТИЧНИХ ЕМУЛЬСІЙ ПРЯМОГО ТИПУ

*В роботі наведено результати досліджень фізико-хімічних та органолептичних властивостей емульсій косметичного призначення, які були розроблені з використанням композицій силіконів, з метою отримання систем із оптимальними показниками стійкості та споживними характеристиками. Індивідуальне застосування індивідуального силікону Silicone Oil 350 cSt у емульсіях косметичного призначення у концентраціях 1 – 3% забезпечує формування оптимальних пружно-в'язкісних властивостей утворених систем, а додавання сумішевого силікону амінодиметикону BRB 1288 при низьких концентраціях 1 – 3% – високі сенсорні показники шкіри.*

*Як об'єкти дослідження використані малокомпонентні емульсії типу «олія у воді», виготовлені на основі мінерального масла та композицій силіконів марки «BRB International BV» (Нідерланди), а саме: індивідуальний силікон полідиметилсилоксан Silicone Oil 350 cSt та сумішевий – амодиметикон BRB 1288. Крім того, до складу емульсій входили емульгатор Eumulgin Prisma, в'євемульгатор цетеарилловий спирт та консервант Cosgard при сталих концентраціях.*

*Визначення колоїдної і термічної стабільності та показника рН досліджуваних емульсій проводилося за методиками, що наведені у нормативно-технічній документації для косметичних кремів. Механічну стабільність емульсій визначали за допомогою ротаційного віскозиметра «Rheotest – 2» шляхом встановлення залежності прикладеної напруги зсуву від швидкості зсуву. Скоринг-метод був використаний для визначення сенсорних характеристик шкіри після нанесення емульсій. Вміст вологи у шкірі визначали за допомогою комбінованого високочутливого тестеру «Skin Analyzer».*

*У результаті досліджень встановлено вплив різного співвідношення обраних силіконів у складах на колоїдну та термостабільність отриманих косметичних емульсій, а також показник рН середовища. Також вивчено механічну стабільність досліджуваних емульсій, яка характеризує їх здатність до руйнування в процесі необоротної деформації та встановлено склад емульсії, що має найвищу механічну стабільність. Результати дослідження сенсорних характеристик шкіри дозволили встановити склад емульсії, що забезпечує високі сенсорні показники та вологість шкіри.*

**Ключові слова:** емульсії, косметичні силікони, полідиметилсилоксан, амодиметикон, колоїдна стабільність, термостабільність, механічна стабільність, сенсорні характеристики, Скоринг-метод.

**I. S. VASYLCHENKO**

Postgraduate Student at the Department of Chemical Technology,  
Expertise and Food Safety  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0003-0546-021X

M. O. BOBROVA

Student at the Department of Chemical Technology,  
Expertise and Food Safety  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0003-0695-4780

O. YA. SEMESHKO

Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher,  
Professor at the Department of Chemical Technologies,  
Expertise and Food Safety  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-8309-5273

## INVESTIGATION OF INFLUENCE OF THE SILICONE COMPOSITIONS ON PHYSICOCHEMICAL AND ORGANOLEPTIC PROPERTIES OF DIRECT-TYPE COSMETIC EMULSIONS

*The paper presents the results of studies of the physicochemical and organoleptic properties of cosmetic emulsions developed using silicone compositions in order to obtain systems with optimal stability and consumer characteristics.*

*Small-component direct emulsions based on the mineral oil and the compositions of the BRB International BV (Netherlands) brand silicones, that are Silicone Oil 350 cSt – individual silicopolydimethylsiloxane and BRB 1288 – mixed amodimethicone, were used as the objects of the study. Determination of colloidal and thermal stability and pH of the studied emulsions was carried out according to the methods that are given in the regulatory and technical documentation for cosmetic creams. The mechanical stability of the emulsions was determined using a rotational viscometer Rheotest – 2 by establishing the dependence of the applied shear stress on the shear rate. The Scoring method was used to determine the sensory characteristics of the skin after application of the emulsions. The moisture content in the skin was determined using a combined highly sensitive tester "Skin Analyzer".*

*As a result of the research, the influence of a different ratio of selected silicones in the compositions of the obtained cosmetic emulsions on their colloidal and thermal stability, as well as the pH of the medium, was established. The mechanical stability of the studied emulsions was also studied, which characterizes their ability to be destroyed in the process of irreversible deformation, and the composition of the emulsion, which has the highest mechanical stability, was established. The results of the study of the sensory characteristics of the skin made it possible to determine the composition of the emulsion, which provides high sensory performance and skin moisture.*

**Key words:** emulsion, cosmetic silicone, polydimethylsiloxane, amodimethicone, colloidal stability, thermal stability, mechanical stability, sensory characteristics, Scoring method.

### Постановка проблеми

На сьогоднішній день застосування емульсійних продуктів є досить широким. Слід зазначити, що виробники косметичних засобів віддають перевагу прямим емульсіям типу «олія у воді», у яких вміст водної фази значно переважає жирову. З огляду на те, що шкіра людини здатна поглинати лише до 10% жирових компонентів, такі емульсійні системи легко розподіляються, поглинаються та не залишають жирного блиску на шкірі.

Сучасні емульсійні продукти косметичного призначення складаються з багатьох компонентів: основних – води, олії, емульгаторів, та допоміжних речовин різного призначення та хімічної будови. З огляду на велику кількість літературних джерел, кремнійорганічні полімери (силікони) є цілком безпечними компонентами косметичних засобів та мають широке застосування у засобах для догляду за тілом та волоссям. Тому дослідження використання силіконів косметичного призначення у емульсійних системах шляхом встановлення їх впливу на властивості емульсій є актуальним.

### Аналіз останніх джерел

Зараз використання емульсійних продуктів є досить широким. Створення косметичних кремів на емульсійній основі потребує спільного використання великої кількості компонентів, які забезпечують фізичну, хімічну та мікробіологічну стабільність продукту протягом певного проміжку часу. Це формують речовини, емульгатори, консерванти, антиоксиданти, а також речовини, що покращують споживні властивості косметичного препарату – барвники, ароматизатори.

У роботах [1-4] було вивчено можливість застосування індивідуальних (полідиметилсилоксан Silicone Oil 350 cSt, циклопентасилоксан BRB CM 50, фенілтриметикон BRB PTM 20) та сумішевих поліорганосилоксанів (ПЕГ-12 полідиметилсилоксан BRB 526, розчин диметиконолу в циклопентасилоксані BRB 1834, амодиметикону BRB 1288) при концентраціях від 1 до 10% на властивості емульсій. При цьому було досліджено органолептичні, фізико-хімічні та реологічні характеристики емульсійних систем, а також визначені сенсорні показники шкіри при їх застосуванні.

Дослідження органолептичних та фізико-хімічних властивостей емульсій за ДСТУ 4765:2007 «Креми косметичні. Загальні технічні умови» показало, що застосування обраних поліорганосилоксанів при концентрації від 1 до 10% сприяє утворенню емульсійних систем, які відповідають вимогами вказаної нормативно-технічної документації [1].

Вивчення реологічних властивостей отриманих емульсій [2, 3] показало, що досліджувані поліорганосилоксани різною мірою сприяють підвищенню в'язкості базової емульсії. При цьому ефективність впливу залежить від хімічної будови та концентрації силіконів.

Встановлено, що в залежності від хімічної будови обраних силіконів за ступенем підвищення в'язкості базової емульсії можна розмістити в наступному порядку: розчин диметиконолу в циклопентасилоксані BRB 1834 > циклопентасилоксан BRB CM 50 > полідиметилсилоксан Silicone Oil 350 cSt > фенілтриметикон BRB PTM 20 > ПЕГ-12 полідиметилсилоксан BRB 526 > амодиметикон BRB 1288.

Вивчення тиксотропії досліджуваних емульсійних систем свідчить, що досліджувані силікони сприяють підвищенню ступеню тиксотропного відновлення емульсійних систем після зняття зовнішніх сил деформацій, але різною мірою. При цьому зразки емульсій з розчином диметиконолу в циклопентасилоксані BRB 1834 мають найвищі показники опору системи до навантажень (від 86,4 до 98,5%) у всьому діапазоні концентрацій. Наступний за впливом на ступінь тиксотропного відновлення емульсій є циклопентасилоксан BRB CM 50. Під час його використання значення досліджуваного показника становить від 84,9 – 93,3%. Слід відмітити, що застосування полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt при концентраціях 2 і 3% найбільше сприяє зростанню ступеня тиксотропного відновлення емульсій відносно базового зразка. Особливої уваги заслуговують емульсії з додаванням 1 та 2% амодиметикону BRB 1288, які характеризуються високим ступенем тиксотропності (94,64 і 85,74% відповідно).

Визначення сенсорних показників шкіри при застосуванні емульсій з досліджуваними силіконами за Скоринг-методом [4] показало їх залежність від концентрації та хімічної будови досліджуваних речовин. Найкращі сенсорні характеристики: розподіл, поглинання шкірою, еластичність, «бархатистість», м'якість, гладкість та відчуття догляду. демонструють косметичні емульсії з додаванням сумішевого силікону амінодиметикону BRB 1288 з вмістом від 1 до 7%. При низьких концентраціях 1 – 3% сумішеві силікони ПЕГ-12 полідиметилсилоксан BRB 526 та розчин диметиконолу в циклопентасилоксані BRB 1834 забезпечують отримання кращих показників, ніж застосування однокомпонентних силіконів полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt та циклопентасилоксану BRB CM 50. Але при підвищенні концентрації до 5 – 7% залежність змінюється на протилежну.

При додаванні всіх досліджуваних поліорганосилоксанів у концентрації 10% незалежно від їх хімічної будови досягаються максимальні показники сенсорних властивостей. Однак, з економічної точки зору застосування вказаної концентрації в емульсіях косметичного призначення є невиправданим.

Отже, аналіз отриманих результатів [1-4] щодо застосування досліджуваних силіконів при їх індивідуальному застосуванні у емульсіях косметичного призначення у концентраціях 1 – 3% вказує на те, що оптимальні пружно-в'язкісні властивості утворених систем забезпечують індивідуальний силікон Silicone Oil 350 cSt та сумішевий розчин диметиконолу в циклопентасилоксані BRB 1834, а сенсорні показники шкіри – сумішеві силікони амінодиметикону BRB 1288, ПЕГ-12 полідиметилсилоксан BRB 526 та розчин диметиконолу в циклопентасилоксані BRB 1834 при низьких концентраціях 1 – 3%. Це свідчить про перспективність розробки емульсійних систем косметичного призначення із застосуванням комбінацій вказаних поліорганосилоксанів.

#### Формулювання мети дослідження

Метою роботи є дослідження фізико-хімічних та органолептичних властивостей косметичних емульсій прямого типу, отриманих з використанням композицій силіконів.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

Для дослідження впливу композиції силіконів на властивості емульсій було використано рецептуру малокомпонентної інертної емульсії з вмістом жирової фази 25% (табл. 1) [5].

Таблиця 1

#### Рецептури косметичних емульсій

Компонент	Масова частка, %					
	емульсія					
	базова	1	2	3	4	5
Мінеральна олія	25	20				
Полідиметилсилоксан Silicone Oil 350 cSt	–	5	1,25	2,5	3,75	0
Амодиметикон BRB 1288	–	0	3,75	2,5	1,25	5
Емульгатор Eumulgin Prisma	0,35					
Співемульгатор цетеариловий спирт	4,00					
Консервант Cosgard	0,50					
Вода	70,15					

Речовини, які відносяться до олійної фази (мінеральна олія, силікони, емульгатор, співемульгатор) розплавляли у термостійкій склянці на водяній бані при температурі 50°C до повного розчинення компонентів. Паралельно у іншій ємності розчиняли у воді гідрофільну речовину консервант Cosgard і також нагрівали на водяній бані до температури 50°C. В ємність з олійною фазою поміщали механічну мішалку якірного типу і в процесі перемішування поступово невеликими порціями додавали гарячу водну фазу. Тривалість емульгування складала 30 с.

У роботі були використані силікони виробництва компанії «BRB International BV» (Нідерланди), а саме: індивідуальний силікон полідиметилсилоксан Silicone Oil 350 cSt та сумішевий – амодиметикон BRB 1288.

Полідиметилсилоксан Silicone Oil 350 cSt (INCI: polydimethylsiloxane 350) (рис. 1) – класичний представник лінійних силіконових полімерів без замісників. Представляє собою в'язку рідину без кольору і запаху, не розчинну у воді, розчинну в органічних розчинниках. Температура кипіння 250°C.

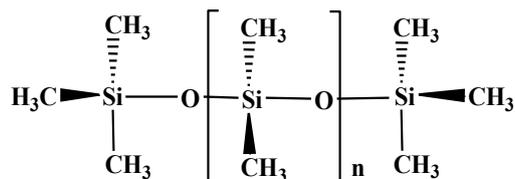


Рис. 1. Хімічна будова полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt

BRB 1288 (INCI: Aminoethylaminopropylsiloxane (рис. 2а), Trideceth-12 (рис. 2б), Cetrimonium Chloride (рис. 2в)) представляє собою 35%-ова катіонну емульсію силіконового полімеру аміноетиламінопропілсилоксану. Містить до 5% 2-феноксietанолу. Біла рідина, розчинна у воді і не розчинна в органічних розчинниках, проявляє властивості ПАР. Наявність аміногрупи забезпечує косметичним композиціям кондиціонуючий ефект. Температура кипіння 100°C.

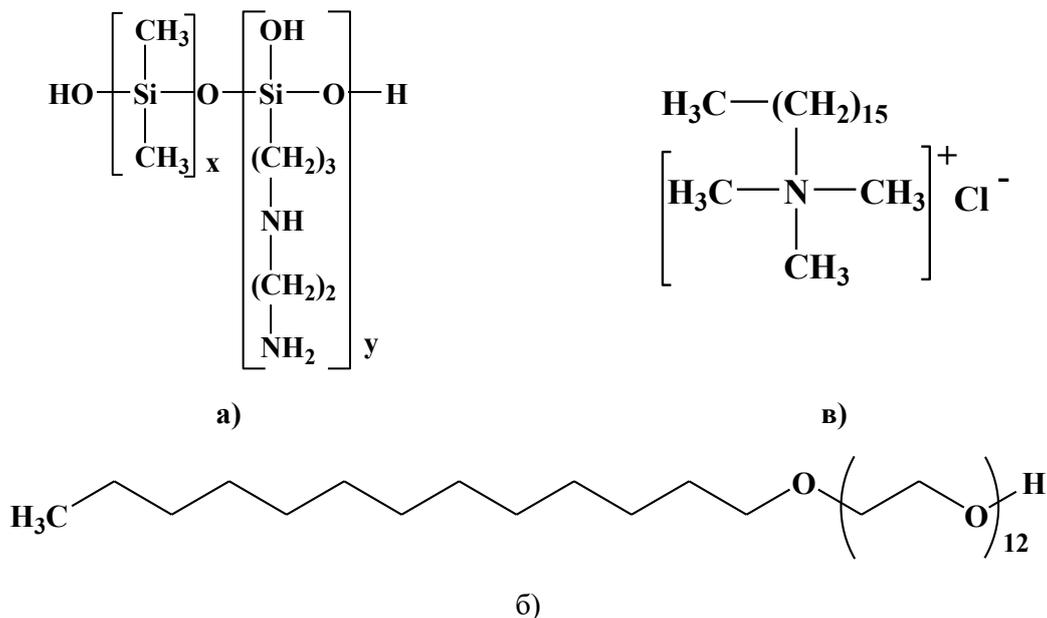


Рис. 2. Хімічна будова складових BRB 1288

Eumulgin Prisma (INCI: Disodium Cetearyl Sulfosuccinate) виробництва BASF – білий або сірчато-білий порошок, який містить 95% активної речовини. Даний емульгатор відрізняється високою стабільністю та розроблений для косметичних засобів сонцезахисного та декоративного спрямування. Забезпечує легку, шовковисту текстуру та високу стабільність отриманих косметичних складів. Вироблений із екологічних продуктів та гарно комбінується з різними інгредієнтами емульсій.

Cosgard – це суміш бензилового спирту і дегідрооцтової кислоти виробництва S.F.I.C. Cosgard представляє собою консервант синтетичного походження з широким спектром дії. Проявляє ефективну антимікробну дію по відношенню до грампозитивних і грампегативних бактерій та грибкових мікроорганізмів.

Визначення колоїдної стабільності емульсій ґрунтується на її поділі на олійну і водну фази при центрифугуванні протягом 5 хв. при частоті обертання  $100 \text{ с}^{-1}$ . Емульсію вважають стабільною, якщо після центрифугування в пробірках спостерігалось виділення не більше краплі водної фази або шару олійної фази не більше 0,5 см [6, 7].

Визначення термостабільності емульсій засноване на поділі емульсії на олійну і водну фази при підвищеній температурі. Пробірки об'ємом  $25 \text{ см}^3$  наповнюють на  $2/3$  об'єму емульсією і поміщають у термостат при температурі  $40 - 42^\circ\text{C}$  на 24 год. Емульсію вважають стабільною, якщо після термостатування в пробірках не спостерігається виділення водної фази, допускається виділення шару олійної фази не більше 0,5 см [6, 7].

Визначення показника рН емульсій проводять із використанням 10%-вої водної витяжки емульсії. З цією метою наважку емульсії масою 10 г поміщають у мірну колбу об'ємом  $100 \text{ см}^3$  та доводять до мітки дистильованою водою, далі вміст колби перемішують і нагрівають при температурі  $70 - 72^\circ\text{C}$  до повного руйнування емульсії. Після цього пробірки вміст швидко охолоджують до температури  $25 - 27^\circ\text{C}$ , відстоюють і відбирають водний шар, у якому визначають показник рН за допомогою лабораторного рН метра [6, 8].

Механічну стабільність емульсій визначали за допомогою ротаційного віскозиметра «Rheotest – 2» шляхом встановлення залежності прикладеної напруги зсуву від швидкості зсуву та розраховували за формулою [6]:

$$MC = \frac{\tau_1}{\tau_2}, \quad (1)$$

де  $\tau_1$  – напруга зсуву до руйнування емульсії, Па;

$\tau_2$  – напруга зсуву після руйнування емульсії при швидкості зсуву  $3 \text{ с}^{-1}$ , Па.

Прикладену напругу зсуву визначали за формулою:

$$\tau_r = z \cdot \alpha, \quad (2)$$

де  $\tau_r$  – прикладена напруга зсуву, Па;

$z$  – постійна циліндра, Па/под. шк.;

$\alpha$  – значення кута по шкалі на індикаторному приладі, под. шк.

Скоринг-метод був використаний для визначення сенсорних характеристик шкіри після нанесення емульсій. Визначені показники аналізують за сенсорними відчуттями шляхом нанесення емульсії на шкіру та оцінювання від 1 до 10 балів, де 10 балів відповідають найкращим характеристикам. Споживні характеристики зразків емульсій визначали за такими показниками: розподіл, поглинання шкірою, бархатистість, матовість та гладкість [9]. У визначенні сенсорних характеристик після нанесення зразків емульсій брали участь 5 респондентів. Дослідження здійснювались при нормальних умовах навколишнього середовища.

Вміст вологи у шкірі визначали за допомогою комбінованого високочутливого тестеру «Skin Analyzer» (рис. 3) [10].



Рис. 3. Тестер «Skin Analyzer»

Показники вмісту вологи визначали до нанесення зразків емульсій та після нанесення через певні проміжки часу. Вимірювання проводили шляхом притискання чутливого детектору приладу до шкіри у місці нанесення емульсії.

Отримані за наведеними рецептурою та технологією емульсії мають білий колір без сторонніх відтінків та вкраплень, однорідну, без сторонніх вкраплень та домішок текстуру, легку консистенцію та не мають запаху.

Для отриманих емульсійних систем було визначено термо- та колоїдну стабільність та показник рН. Результати досліджень представлені у табл. 2.

Таблиця 2

**Фізико-хімічні показники косметичних емульсій**

Показник	Емульсія					
	базова	1	2	3	4	5
Колоїдна стабільність	стабільні					
Термостабільність	стабільні					
Показник рН	6,8	7,1	7,1	7,0	7,0	7,0

Наведені у табл. 2 дані свідчать про те, що всі досліджувані емульсії, включаючи базову є колоїдно- і термо-стабільними та характеризуються показником рН, що є близьким до нейтрального.

Механічна стабільність емульсії характеризує ступінь руйнування її структури в процесі необоротної деформації. Оптимальним значенням механічної стабільності є 1. Результати дослідження механічної стабільності досліджуваних зразків емульсій наведені на табл. 3.

Таблиця 3

**Механічна стабільність емульсій**

Показник	Зразок емульсії					
	1	2	3	4	5	база
Механічна стабільність	1,00	1,00	1,11	1,06	0,83	0,90

Отримані дані свідчать про те, що низькою механічною стабільністю відрізняється зразок емульсії 5 та базова емульсія. Для зразків емульсій 1, 2, 3 та 4 характерним є висока механічна стабільність, що вказує на їх можливість витримувати певні механічні впливи, наприклад, у процесі гомогенізації при приготуванні, та дозволяє прогнозувати стабільність емульсій в процесі зберігання.

Вплив додавання силіконів на сенсорні властивості досліджуваних емульсій були визначені Скоринг-методом із використанням десятибальної шкали. Основними і вагомими для визначення якості емульсій показниками було обрано: розподіл, поглинання шкірою, бархатистість, матовість та гладкість [10, 11].

Дослідження здійснювалось із використанням зразка емульсії 3, який було обрано як оптимальний. Також для порівняння було визначено сенсорні властивості шкіри під впливом емульсій 1 та 5, що містять 5% полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt та 2,5% амодиметикону BRB 1288, відповідно, та базової емульсії. Результати дослідження зображено на рис. 4.

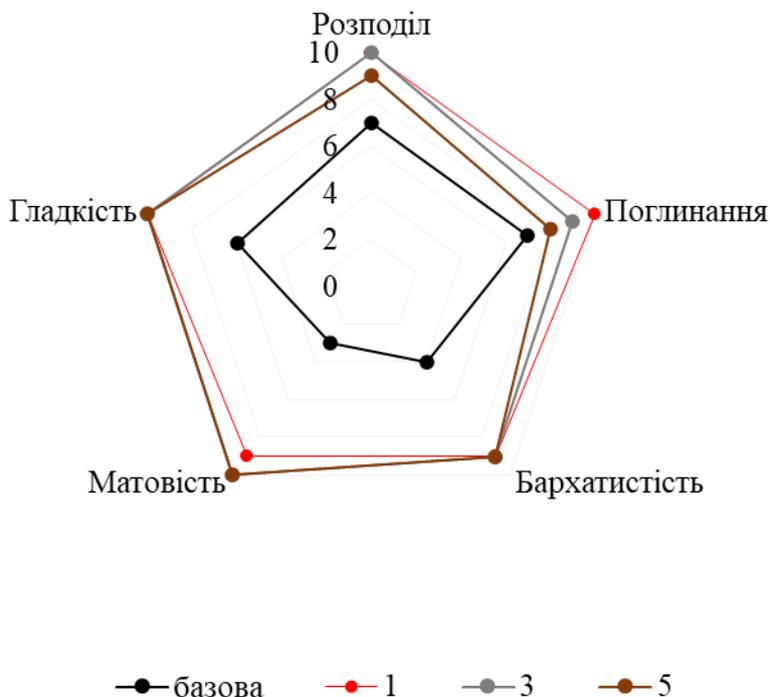


Рис. 4. Вплив силіконів у складі емульсій на сенсорні характеристики шкіри

Дані, наведені на рис. 4, свідчать про те, що введення до складу емульсій силіконів позитивно впливає на сенсорні характеристики шкіри після їх нанесення, але різною мірою. Індивідуальне додавання полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt сприяє досягненню максимального показнику розподілу, поглинання та гладкості, а бархатистість та матовість залишається на рівні 9 балів. Застосування амодиметикону BRB 1288 у кількості 5% у складі емульсії забезпечує найвищі значення матовості та гладкості, при цьому розподіл та бархатистість складає 9 балів, а поглинання – 8 балів.

Слід зазначити, що сумісне використання досліджуваних силіконів у кількості по 2,5% сприяє досягненню найвищих сенсорних показників: розподіл, матовість та гладкість дорівнюють 10 балам, а поглинання та бархатистість складають 9 балів. Отже, застосування обраних силіконів полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt та амодиметикону BRB 1288 у кількості по 2,5% у складі емульсії косметичного призначення забезпечує високі сенсорні показники шкіри після її нанесення, що перевищують аналогічні для базової емульсії та для емульсій з індивідуальними силіконами у складі.

Необхідно зазначити, що визначення сенсорних показників Скоринг методом шляхом опитування респондентів є досить суб'єктивним методом вивчення властивостей емульсій, який залежить від їх власних відчуттів. Враховуючи це, тому далі у роботу було досліджено вплив емульсій з додаванням силіконів на кількісну характеристику шкіри – вологість.

Вміст вологи у шкірі визначали за допомогою комбінованого високочутливого тестеру «Skin Analyzer» після нанесення емульсій. Згідно з інструкцією до приладу та літературними даними [10, 12, 13] для нормального типу шкіри восени оптимальним є вміст вологи 25 – 35%. Результати дослідження впливу емульсій з додаванням силіконів на вологість шкіри наведено на рис. 5.

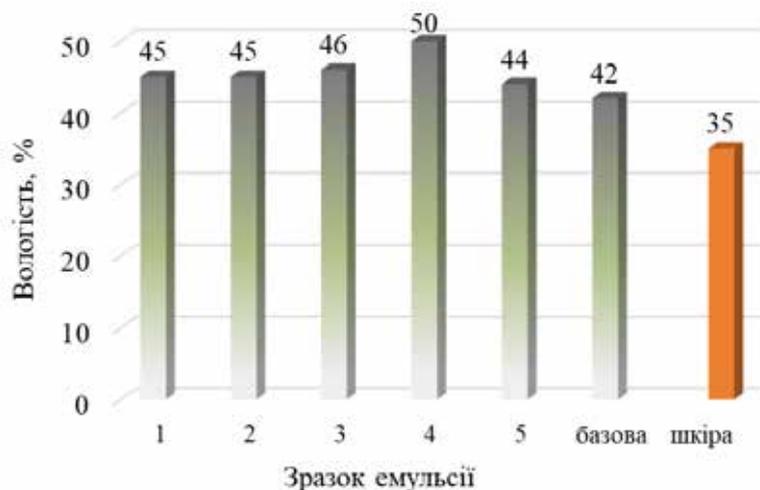


Рис. 5. Вплив силіконів у складі емульсій на вологість шкіри

Наведені результати на рис. 5 свідчать, що введення обраних силіконів до складу емульсій забезпечує підтримання водного балансу шкіри, більше ніж, це відбувається при нанесенні базової емульсії без силіконів. Найбільш ефективний вплив відносно шкіри до нанесення та базової емульсії проявляють емульсії 4 та 3. Отже, можна зробити висновок, що обрана на основі реологічних досліджень емульсія, що містить 2,5% полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt та 2,5% амодиметикону BRB 1288, забезпечує високі показники шкіри після її нанесення.

#### Висновки

У результаті проведених досліджень встановлено, що розроблені косметичні емульсії із різним співвідношенням обраних силіконів у складах, які є колоїдно- і термостабільними та характеризуються показником рН, що є близьким до нейтрального. При цьому знайдено, що найвищу механічну стабільність, тобто здатність не руйнуватись в процесі необоротної деформації, має емульсія з вмістом полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt 1,25% та амодиметикону BRB 1288 3,75%. Результати дослідження сенсорних характеристик шкіри свідчать, що нанесення емульсії з вмістом полідиметилсилоксану Silicone Oil 350 cSt 1,25% та амодиметикону BRB 1288 3,75% забезпечує високі сенсорні показники та вологість шкіри.

#### Список використаної літератури

1. Гаргаун Р.В. Дослідження впливу силіконів на властивості косметичних емульсій прямого типу / Р.В. Гаргаун, З.М. Попова, О.М. Куник, Д.Г. Сарібєкова. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. 2019. № 2. С. 94–98.

2. Гаргаун Р.В. Дослідження впливу кремнійорганічних полімерів на реологію косметичних емульсій прямого типу / Р.В. Гаргаун, О.М. Куник, Д.Г. Сарібекова, М.О. Саніна. Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної заочної конф. молодих учених і студентів «Науково-практичні розробки молодих учених в хімічній, харчовій та парфумерно-косметичній галузях промисловості», м. Херсон, 12 листопада 2020 р. С. 89–90.
3. Гаргаун Р.В. Дослідження впливу силіконів на реологічні властивості косметичних емульсій / Р.В. Гаргаун, Д.С. Ляховський, О.М. Куник, Д.Г. Сарібекова. Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конф. «Актуальні проблеми хімії та хімічної технології», м. Київ, 21–22 листопада 2018 р. С. 123–125.
4. Гаргаун Р.В. Дослідження впливу силіконів на органолептичні властивості косметичних емульсій / Р.В. Гаргаун, Д.С. Ляховський, О.М. Куник, Д.Г. Сарібекова. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конф. «Хімія, біо- і нанотехнології, екологія та економіка в харчовій і косметичній промисловості», м. Харків, 1–2 листопада 2018 р. С. 33–35.
5. Пат. на корисну модель № 144145 України. МПК (2006.01), А61К 8/06, А61К 8/18. Косметична емульсія, збагачена біологічно активними добавками / Р.В. Гаргаун, О.М. Куник, Д.Г. Сарібекова; заявник і патентовласник Херсонський національний технічний університет. № u202000613; заяв. 03.02.2020; опубл. 10.09.2020; бюл. № 17/2020. 4 с.
6. ДСТУ 4765:2007 «Креми косметичні. Загальні технічні умови».
7. ГОСТ 29188.3–2014 «Изделия косметические. Методы определения стабильности эмульсии».
8. ГОСТ 29188.2–2014 «Изделия косметические. Методы определения водородного показателя, рН».
9. Реотест-2.1. Цилиндрический и конусно-пластиночный ротационный вискозиметр. Инструкция по эксплуатации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/1543541>. (дата звернення 03.10.2021).
10. Skin Analyzer. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://aliexpress.ru/item/4000096486652.html?spm=a2g2w.productlist.0.0.1b1e6b53Kkztw3> (дата звернення 01.12.2021).
11. Эмоленты. Как выбрать правильный эмомент. Сенсорная оценка по методу Скорринга / BASF chemical company: Personal Care, 2013. С. 20–22.
12. Баринаова О.А. Морфофункциональное исследование кожи лица женщин / О.А. Баринаова, Ю.А. Галлямова. Российский журнал кожных и венерических болезней. 2012. № 6. С. 62–65.
13. Федотов В.П. Основы практической косметологии / В.П. Федотов, В.А. Бочаров, Е.Ю. Корецкая. Запорожье: Просвіта, 2016. 312 с.

#### References

1. Harhaun R.V., Popova Z.M., Kynyk O.M., Saribeykova D.H. (2019) Doslidzhennya vplyvu sylikoniv na vlastyvoli kosmetychnykh emul'siy pryamoho typu [Study of the effect of silicones on the properties of direct-type cosmetic emulsions]. Herald of Khmelnytskyi National University. Seriya: Tekhnichni nauky, 2, p. 94 – 98.
2. Harhaun R.V., Kynyk O.M., Saribeykova D.H., Sanina M.O. (2020) Doslidzhennya vplyvu kremniyorhanichnykh polimeriv na reolohiyu kosmetychnykh emul'siy pryamoho typu [Study of the effect of organosilicon polymers on the rheology of direct-type cosmetic emulsions]. Materialy VII Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi zaочноyи конф. molodykh uchenykh i studentiv "Naukovo-praktychni rozrobky molodykh uchenykh v khimichniy, kharchoviy ta parfumerно-kosmetychniy haluzyakh promyslovosti" [Ukrainian scientific and practical correspondence conference. young scientists and students "Scientific and practical developments of young scientists in the chemical, food and perfumery and cosmetic industries"], Kherson, p. 89 – 90.
3. Harhaun R.V., Lyakhovs'kyu D.S., Kynyk O.M., Saribeykova D.H. (2018) Doslidzhennya vplyvu sylikoniv na reolohichni vlastyvoli kosmetychnykh emul'siy [Study of the effect of silicones on the rheological properties of cosmetic emulsions]. Materialy III Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi конф. "Aktual'ni problemy khimiyi ta khimichnoyи tekhnolohiyi" [III All-Ukrainian scientific and practical conference "Actual problems of chemistry and chemical technology"], Kyiv, p. 123 – 125.
4. Harhaun R.V., Lyakhovs'kyu D.S., Kynyk O.M., Saribeykova D.H. (2018) Doslidzhennya vplyvu sylikoniv na orhanoleptychni vlastyvoli kosmetychnykh emul'siy [Study of the effect of silicones on the organoleptic properties of cosmetic emulsions]. Materialy VI Mizhnarodnoyи naukovo-praktychnoyи конф. "Khimiya, bio- i nanotekhnolohiyи, ekolohiya ta ekonomika v kharchoviy i kosmetychniy promyslovosti" [VI International Scientific and Practical Conf. "Chemistry, bio- and nanotechnologies, ecology and economics in the food and cosmetic industry"], Kharkiv, p. 33 – 35.
5. Harhaun R.V., Kynyk O.M., Saribeykova D.H. (2020) Kosmetychna emul'siya, zbahachena biolohichno aktyvnymy dobavkamy [Cosmetic emulsion enriched with biologically active additives]. Patent UA, no. 144145.
6. DSTU 4765:2007. Kreми kosmetichni. Zagal'ni tekhnichni umovi [State Standard 4765:2007. Cosmetic creams. Deep technical mind].
7. GOST 29188.3–2014. Izdeliya kosmeticheskiye. Metody opredeleniya stabil'nosti emul'sii [State Standard 29188.3–2014. Cosmetic products. Methods for determining emulsion stability].

8. GOST 29188.2–2014. Izdeliya kosmeticheskiye. Metody opredeleniya vodorodnogo pokazatelya, pH [State Standard 29188.2–2014. Cosmetic products. Methods for determining the hydrogen index, pH].
9. Reotest-2.1. Tsylyndrycheskyy y konusno-plastynochnyy rotatsyonnyy vyskozometr. Ynstruktsyya po ékspluatatsyy [Reotest-2.1. Cylindrical and cone-plate rotational viscometer. User manual]. Available at: <http://www.twirpx.com/file/1543541> (accessed 03.10.2021).
10. Skin Analyzer. Available at: <https://aliexpress.ru/item/4000096486652.html?spm=a2g2w.productlist.0.0.1b1e6b53Kkztw3> (accessed 01.12.2021).
11. Emollients. How to choose the right emollient. Sensory assessment by the method of scoring / BASF chemical company: Personal Care, 2013. – P. 20 – 22.
12. Barinova O.A., Galliamova Yu.A. (2012) Morfofunktsional'noye issledovaniye kozhi litsa zhenshchin [Morphofunctional study of women's facial skin]. Rossiyskiy zhurnal kozhnykh i venericheskikh bolezney. 6, 62-65.
13. Fedotov V.P., Bocharov V.A., Koretskaya E.Yu. (2016) Osnovy prakticheskoy kosmetologii [Fundamentals of practical cosmetology]. Zaporozhye, Enlightenment, 312 p.

**М. Є. РАЦУК**

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри хімічних технологій,  
експертизи та безпеки харчової продукції  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-1159-206X

**Т. А. ЮРОВА**

старший викладач кафедри хімічних технологій,  
експертизи та безпеки харчової продукції  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-8147-7024

**О. В. КАЗМИРЧУК**

магістр кафедри хімічних технологій,  
експертизи та безпеки харчової продукції  
Херсонський національний технічний університет

## ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ЙОГУРТІВ З ХАРЧОВИМИ ВОЛОКНАМИ

*В останні роки збільшується інтерес до молочнокислих продуктів як до важливої складової функціонального харчування. Кисломолочна продукція відома своїми корисними якостями. Продукти, отримані в результаті впливу на молоко корисних бактерій, мають зміцнювальну дію на імунітет, вони також здатні регулювати роботу кишечника, можуть використовуватися як профілактичний засіб від простудних захворювань і алергії. Кисломолочна продукція має важливу перевагу, яка полягає в тому, що вона переноситься і засвоюється більшістю людей краще, ніж молоко, завдяки тому, що складові молока уже частково ферментовані мікрофлорою закваски. Серед функціональних кисломолочних продуктів йогурт користується великою популярністю. Підвищити функціональні властивості йогуртів можна шляхом додавання до їх складу харчових волокон.*

*В роботі проведено дослідження можливості одержання йогуртів з харчовими волокнами зародків пшениці, насіння льону та насіння гарбуза.*

*Показано, що додавання харчових волокон не має негативного впливу на технологію приготування та якість продукту.*

*Експериментальним шляхом із застосуванням методу сенсорного аналізу з бальним оцінюванням обрано оптимальні концентрації харчових волокон, що забезпечують найбільш гармонійні органолептичні характеристики продукту. Визначено основні фізико-хімічні показники йогуртів з рослинними клітковинами. Встановлено, що додавання харчових волокон у пропонувані концентраціях не погіршує показники, регламентовані нормативною документацією. Досліджено мікробіологічні характеристики приготованих йогуртів з харчовими волокнами. Визначено загальну кількість мезофільних аеробних і факультативно – анаеробних мікроорганізмів та кількість життєздатних молочнокислих бактерій. Встановлено, що йогурти з харчовими клітковинами містять дещо більшу загальну кількість мікрофлори, ніж йогурти без добавок, що можна пояснити наявністю мікрофлори на рослинній сировині, яка вноситься в якості додаткового інгредієнту.*

**Ключові слова:** функціональні йогурти, харчові волокна, рослинна клітковина, органолептичні показники, фізико-хімічні показники, мікробіологічні показники, якість, безпечність.

**М. Е. RATSUK**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Chemical Technologies,  
Expertise and Food Safety  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-1159-206X

**T. A. YUROVA**

Senior Lecturer at the Department of Chemical Technologies,  
Expertise and Food Safety  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-8147-7024

O. V. KAZMIRCHUK

Master at the Department of Chemical Technologies,  
Expertise and Food Safety  
Kherson National Technical University

## QUALITY AND SAFETY ASSESSMENT YOGHURTS WITH FOOD FIBERS

*In recent years, interest in lactic acid products as an important component of functional nutrition is increased. Fermented milk products are known for their useful qualities. Products obtained by exposure to milk of beneficial bacteria have a strengthening effect on the immune system, they are also able to regulate the intestines, can be used as a preventive measure against colds and allergies. Fermented milk products have an important advantage, which is that they are tolerated and assimilated by most people better than milk, due to the fact that the components of milk are already partially fermented by the microflora of the yeast. Yogurt is very popular among functional fermented milk products. The functional properties of yogurts can be increased by adding dietary fiber to their composition.*

*The possibility of obtaining yogurts with dietary fiber of wheat germ, flax seeds and pumpkin seeds is studied.*

*The addition of dietary fiber does not have a negative impact on cooking technology and product quality is shown.*

*The optimal concentrations of dietary fibers that provide the most harmonious organoleptic characteristics of the product were selected experimentally using the method of sensory analysis with scoring. The main physicochemical parameters of yogurts with plant fibers are determined. It is established that the addition of dietary fiber in the proposed concentrations does not worsen the indicators regulated by regulations. The microbiological characteristics of cooked yogurts with dietary fiber have been studied. The total number of mesophilic aerobic and optionally anaerobic microorganisms and the number of viable lactic acid bacteria were determined. Yogurts with dietary fiber have been found to contain slightly more total microflora than yogurts without additives, which can be explained by the presence of microflora in plant materials, which is added as an additional ingredient.*

**Key words:** functional yogurts, dietary fiber, plant fiber, organoleptic parameters, physicochemical parameters, microbiological indicators, quality, safety.

### Постановка проблеми

Ринкові відносини закликають виробників молочної продукції розширювати асортимент і надавати споживачам нові конкурентоспроможні продукти з оригінальними органолептичними властивостями. Такими є кисломолочні продукти з рослинними наповнювачами [1].

Застосування одночасно молочної і рослинної сировини надає продукту функціональні властивості. Виробництво функціональних продуктів харчування – основна світова тенденція харчової науки і об'єкт інноваційних розробок. Тому в останні роки активно розвивається новий напрямок, який називається функціональним харчуванням. Функціональне харчування має на меті використання таких продуктів природного походження, які при щоденному вживанні завдають певний регулюючий вплив на організм і сприяють підтримці, регенерації мікрофлори людини, в першу чергу мікрофлори його шлунково – кишкового тракту.

Споживчі властивості функціональних продуктів включають три складові: харчову цінність, смакові якості і спрямований фізіологічний вплив. Традиційні продукти, на відміну від функціональних, характеризуються тільки першими двома складовими.

Серед великого різноманіття кисломолочних продуктів йогурти посідають майже перше місце. Тому вдосконалення технології, асортиментного і рецептурного складу йогуртів є важливим для сьогоденного стану технології виробництва функціональних, в тому числі пробіотичних продуктів [2].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

У теперішній час в концепції «здорового» харчування особлива роль відводиться продуктам функціонального призначення як стратегічному напрямку розвитку харчової промисловості. Функціональні продукти одержують за інноваційними технологіями і розглядають не тільки як джерела пластичних речовин та енергії, але й як складний немедикаментозний комплекс, який відповідає фізіологічним потребам організму людини та має яскраво виражені лікувальні, профілактичні або оздоровчі властивості [3].

Позитивний вплив продуктів функціонального харчування на організм людини фахівці пов'язують з наявністю в них фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів, які здатні здійснювати біологічно значимий вплив на організм людини в цілому, або на окремі його органи і системи.

Важливою складовою ринку продуктів функціонального призначення є молочні продукти, які в Україні і країнах Європи складають близько 65% від його загальної ємкості.

В даний час створюються нові види кисломолочних напоїв, які володіють лікувально-профілактичними властивостями. Такі функціональні продукти можуть і повинні входити в щоденний раціон харчування людини.

Кисломолочний напій одержує назву «функціональний» при наявності в своєму складі фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів. Такі продукти мають здатність зберігати і покращувати здоров'я людини при систематичному їх вживанні. Функціональні продукти призначені для всіх верств здорового населення, для будь-якої

вікової групи, і допомагають знижувати ризик виникнення захворювань, пов'язаних з харчуванням. Збагачені рослинними наповнювачами молочні продукти найбільшою мірою відповідають всім критеріям функціональних продуктів [4].

Необхідність розширення асортиментного ряду молочних функціональних продуктів диктується сьогодні демографічною ситуацією в Україні (частка людей похилого віку у загальній структурі населення складає 20,5%; за прогнозами Інституту геронтології АМН України до 2050 року вона зростає до 38,1%), збільшення кількості людей із серцево-судинними захворюваннями та цукровим діабетом (до 24,5 та 3,8%, відповідно), поширенням вторинних імунодефіцитних станів, ускладнених дисбіотичними порушеннями шлунково-кишкового тракту у половини населення країни. Тому розробка нового асортименту науково обґрунтованих технологій молочних функціональних продуктів, збагачених комплексами пробіотичних культур лакто- та/або біфідобактерій, біологічно активними речовинами (БАР), пребіотиками є актуальним для України на сучасному етапі завданням і потребує вирішення [5].

#### Формулювання мети дослідження

Метою даної роботи є створення та оцінка якості та безпечності йогурту з додаванням харчових волокон.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

В лабораторних умовах ХНТУ одержували йогурти з додаванням пшеничної, лляної та гарбузової клітковини. Обрані рослинні волокна мають комплекс корисних властивостей.

Клітковина зародків пшениці – це додаткове джерело харчових волокон, амінокислот, вітамінів. Сприяє загальному зміцненню організму, покращенню обмінних процесів, виведенню токсинів та шлаків із організму, нормалізації моторної функції кишечника [6].

Клітковина насіння льону має оздоровчий і очищуючий ефект на організм. Під час вживання клітковини нормалізується мікрофлора кишечника, мінімізується кількість шкідливих мікроорганізмів і поліпшується загальне самопочуття і здоров'я. Більш того, антиоксидантні властивості даної продукції позитивно впливають на поліпшення діяльності сечостатевої системи і резистентність організму до утворення злоякісних пухлин [7].

Клітковина насіння гарбуза – додаткове джерело харчових волокон, амінокислот, каротиноїдів, вітамінів групи В, макро- та мікроелементів. Сприяє загальному зміцненню організму, нормалізації травлення та функціонування шлунково-кишкового тракту, попередженню паразитарних інвазій, виведенню токсичних речовин із організму [8].

Йогурти одержували згідно наступної методики. Молоко питне пастеризоване жирністю 1,0% ТМ «Яготинське» кип'ятили, охолоджували до температури 38-42°C, додавали суху бактеріальну закваску торгової марки «Vivo», яка є сумішшю чистих культур болгарської палички, молочного стрептококу та ацидофільних лактобактерій. Такий склад закваски забезпечує позитивний вплив одержаного йогурту на травну систему та сприятливо впливає на кислотоутворення, формування смаку та консистенції продукту. Також додавали відповідну рослинну клітковину – пшеничну, лляну, гарбузову – в наступних концентраціях (від маси молока): 0,5%, 1%, 2%, 4%. Одержану суміш перемішували 2 хвилини та сквашували у термостаті при температурі 38-42°C протягом 8 годин.

На першому етапі досліджували органолептичні характеристики одержаних продуктів.

Як відомо, органолептичний метод – це визначення якості продукції за допомогою органів відчуттів людини (зору, слуху, дотику, смаку). В стандартах нормовані всі значення органолептичних показників.

За результатами досліджень встановлено, що всі одержані йогурти мають приємний кисломолочний запах, неповторний згусток, кисломолочний смак із присмаком відповідних харчових волокон, що стає відчутнішим по мірі збільшення концентрації доданої до складу йогурту клітковини.

Використовуючи науковий підхід, для оцінки консистенції, кольору та смаку одержаних продуктів використали метод сенсорного аналізу із застосуванням 5-бальної системи [9]. Оцінка проводилася виключно на основі особистих смаків дегустаторів.

За бальною оцінкою найкращими за показниками смаку, запаху та консистенції обрано йогурти із клітковиною зародків пшениці (0,5% та 1% від маси продукту) та йогурт із клітковиною насіння льону (0,5% від маси продукту). Для подальших досліджень обрано йогурт із клітковиною зародків пшениці (1% від маси продукту) та йогурт із клітковиною насіння льону (0,5% від маси продукту), оскільки в йогурті з додаванням клітковини зародків пшениці в кількості 0,5% майже не відчутні на смак харчові волокна.

Наступним етапом роботи було визначення фізико-хімічних показників приготованих кисломолочних продуктів.

Якість йогуртів визначають такі фізико-хімічні показники: вміст сухих речовин, активна та титрована кислотність та масова частка жиру. На величину цих показників впливає якість сировини і внесені добавки.

Найважливішим із фізико-хімічних показників якості йогурту є показник кислотності. Молочний цукор, що міститься в йогурті, розкладається під дією мікроорганізмів з утворенням молочної та деяких інших кислот, кислотність при цьому починає зростати, внаслідок чого продукт набуває кислого смаку. З підвищенням температури навколишнього середовища швидкість збільшення кислотності зростає.

До сухих речовин йогуртів відносять всі хімічні складові, які залишаються після видалення вологи з нього. Вміст сухих речовин в значній мірі залежить від якості використаної сировини.

Кількість жиру в йогурті залежить насамперед від жирності молока, яке використали для його приготування.

Визначено фізико-хімічні показники йогуртів з рослинними волокнами пшениці та льону у порівнянні з йогуртом без рослинних добавок. Результати дослідження наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники одержаних йогуртів

Зразки йогурту	Вміст рослинних волокон %	Досліджуваний показник			
		кислотність		вміст сухих речовин %	вміст жиру, %
		активна	титрована		
Вимоги ДСТУ 4343:2004. «Йогурти. Загальні технічні умови»	-	від 4,8 до 4,0	від 80 до 140	не менше 9,5	до 0,1
Без рослинних волокон	0	4,5	80	11,5	1,0
З клітковиною зародків пшениці	0,5	4,5	89	12,2	0,1
З клітковиною льону	1	4,5	94	11,7	0,5

Найбільший показник сухих речовин має йогурт з клітковиною пшениці. Саме цей зразок йогурту відрізняється найнижчим вмістом жиру. Активна кислотність однакова у всіх приготованих йогуртах, а показник титрованої кислотності найбільший у йогурта з лляною клітковиною.

Загалом аналізуючи одержані дані, можна наголосити, що за фізико-хімічними показниками приготовані йогурти відповідають вимогам нормативних документів.

Для визначення якості йогуртів необхідно обов'язково визначити мікробіологічні показники, оскільки саме вони відповідають за безпечність продукту для здоров'я споживачів. Справжній йогурт, в якому поєднані натуральне молоко і закваска, повинен містити чисті, «живі» культури в певній кількості і пропорціях. Якщо вміст культур відхиляється від норми, продукт не можна називати йогуртом. Він не принесе тієї користі, за яку молочнокислий напій цінують у всьому світі. Крім того, одним з найважливіших показників безпеки харчових продуктів для організму людини є відсутність у продуктах хвороботворних мікроорганізмів. Використання продовольчої сировини та харчових продуктів, які забруднені патогенними мікроорганізмами, може призвести до розвитку інфекційних захворювань або важких харчових отруєнь.

Відомо, що молоко є добрим живильним середовищем для розвитку більшості мікроорганізмів, які вносяться із закваскою, а також для тих, що надходять із зовнішнього середовища. Для оцінки якості і безпечності молока і молочних продуктів використовують якісні і кількісні мікробіологічні показники.

Кількісні мікробіологічні показники молока і молочних продуктів визначають кількість тих чи інших мікроорганізмів в одиниці маси (1 г) або одиниці об'єму (1 см<sup>3</sup>) продукту. Це стосується визначення кількості мезофільних аеробних і факультативно – анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) та визначення кількості санітарно-показових мікроорганізмів – бактерій групи кишкової палички (БГКП).

Якісні мікробіологічні показники молока і молочних продуктів визначають наявність або відсутність конкретних видів мікроорганізмів у певній масі чи об'ємі продукту.

В роботі досліджували загальну кількість мезофільних аеробних і факультативно – анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) та кількість молочнокислих життєздатних бактерій.

Аналіз одержаних даних дозволяє стверджувати, що за кількістю молочнокислих бактерій йогурти відповідають діючому ДСТУ 4343:2004 «Йогурти. Загальні технічні умови». Загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно – анаеробних мікроорганізмів у зразках йогуртів з харчовими волокнами дещо більше, ніж в йогурті без добавок, що можна пояснити наявністю мікрофлори на рослинній сировині, яка вноситься в якості додаткового інгредієнту.

Зважаючи на одержані дані, можна стверджувати, що за кількісним та якісним складом мікрофлори (МАФАНМ та молочнокислих бактерій) йогурти з додаванням харчових волокон можна вважати безпечним та корисним харчовим продуктом.

### Висновки

1. Досліджено якість та безпечність функціональних йогуртів з рослинною клітковиною. Встановлено, що органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники йогуртів з харчовими волокнами лежать в межах значень, наведених в нормативній документації.

2. Показано доцільність створення функціональних кисломолочних продуктів з харчовими волокнами, які сприятимуть зниженню ризику захворювань населення, що пов'язані з продуктами харчування.

**Список використаної літератури**

1. Захарова Л.М. Потребительский спрос на функциональные продукты / Л.М. Захарова, С.М. Лупинская, Т.А. Овчинникова, Е.Ю. Шапошникова. Молочная промышленность. 2006. № 8. С. 73 – 75.
2. Драчева Л.В. Пробиотические свойства кисломолочных напитков / Л.В. Драчева. Пища, вкус и аромат. 2001. № 4. С. 28 – 29.
3. Сирохман І.В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. пос. (для студентів вищих навчальних закладів) / І.В. Сирохман, В.М. Загородня. К.: Центр учбової літератури, 2009. 544с.
4. Эффективность внесения растительной добавки при производстве кисломолочного продукта. [Электронный ресурс]: Cyberleninka. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-vneseniya-rastitelnoy-dobavki-pri-proizvodstve-kisломolochного-продукта>.
5. Дідух Н.А. Наукові основи розробки технологій молочних продуктів функціонального призначення [Текст]: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.18.16 «Технологія харчової продукції» / Дідух Наталія Андріївна ; ОНАХТ. Одеса, 2009. 30 с.
6. Клетчатка зародышей пшеницы [Электронный ресурс]: farmakom. Режим доступа: <https://farmakom.ua/ru/products/klitkovina-zarodkiv-pshenitsi/>
7. Ляна клітковина [Электронный ресурс]: fitodar. Режим доступа: <https://fitodar.com.ua/uk/linen-fiber-250-g68070.html>.
8. Клетчатка семян тыквы. [Электронный ресурс]: farmakom. Режим доступа: <https://farmakom.ua/ru/products/klitkovina-nasinnya-garbuza/>
9. Новікова Н.В. Проведення контролю якості йогуртів та визначення їх конкурентоспроможності / Н.В. Новікова. Вісник ХНТУ, № 2 (65), 2018. С. 131 – 136.

**References**

1. Zaharova L.M. (2006) Potrebitelskij spros na funkcionalnye produkty / L.M. Zaharova, S.M. Lupinskaya, T.A. Ovchinnikova, E.Yu. Shaposhnikova. Molochnaya promyshlennost. № 8. S. 73 – 75.
2. Dracheva L.V. (2001) Probioticheskie svojstva kislomolochnyh napitkov / L.V. Dracheva. Pisha, vkus i aromat. № 4. S. 28 – 29.
3. Syrokhman I.V. (2009) Tovaroznavstvo kharchovykh produktiv funktsionalnogo pryznachennia: navch. pos. (dlia studentiv vyshchykh navchalnykh zakladiv) / I.V. Syrokhman, V.M. Zahorodnia. K.: Tsentr uchbovoi literatury, 544s.
4. Effektivnost vneseniya rastitelnoj dobavki pri proizvodstve kislomolochного produkta. [Elektronnyi resurs]: Cyberleninka. Rezhym dostupu: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-vneseniya-rastitelnoy-dobavki-pri-proizvodstve-kisломolochного-продукта>.
5. Didukh N.A. Naukovi osnovy rozrobky tekhnolohii molochnykh produktiv funktsionalnogo pryznachennia [Tekst]: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia dokt. tekhn. nauk: spets. 05.18.16 «Tekhnolohiia kharchovoi produktsii» / Didukh Nataliia Andriivna ; ONAKhT. Odesa, 2009. 30s.
6. Kletchatka zarodyshej pshenicy [Elektronnyi resurs]: FARMAKOM. Rezhym dostupu: <https://farmakom.ua/ru/products/klitkovina-zarodkiv-pshenitsi/>
7. Lliana klitkovyna [Elektronnyi resurs]: FITODAR. Rezhym dostupu: <https://fitodar.com.ua/uk/linen-fiber-250-g68070.html>.
8. Kletchatka semyan tykvy. [Elektronnyi resurs]: FARMAKOM. Rezhym dostupu: <https://farmakom.ua/ru/products/klitkovina-nasinnya-garbuza/>
9. Novikova N.V. (2018) Provedennia kontroliu yakosti yohurtiv ta vyznachennia yikh konkurentospromozhnosti / N.V. Novikova // Visnyk KhNTU, № 2 (65), S. 131 – 136.

Л. В. САЛЄБА

кандидат технічних наук, доцент,  
в.о. завідувача кафедри хімічних технологій,  
експертизи та безпеки харчової продукції  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-8290-4163

## ПОКРАЩЕННЯ СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОНДИТЕРСЬКИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ НА ОСНОВІ ВАФЕЛЬ

*Вафлі це добре засвоюваний та висококалорійний продукт, технологія виробництва якого найбільш сприятлива для створення на його основі виробів профілактичного та функціонального призначення, а також харчових продуктів для дитячого харчування. В роботі наведено результати досліджень фізико-хімічних, структурно-механічних та органолептичних властивостей вафельного тіста і листів при введенні до рецептури порошку з насіння льону.*

*Як об'єкт дослідження використовували жмих харчовий з насіння льону торгової марки «Dr. Fiber» виробництва ТОВ «Агросільпром», що вводили до рецептури вафель «Здоров'я». Вживання насіння льону в їжу сприяє профілактиці раку та серцево-судинних захворювань, завдяки значному вмісту омега-3, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, макро- та мікронутрієнтів.*

*В процесі проведених досліджень було встановлено, що необхідні реологічні властивості забезпечуються при внесенні до рецептури вафельного тіста порошку з насіння льону в кількості 1 – 3%, збільшення кількості до 4% і вище приводить до виникнення мажучої консистенції. Оптимальним є використання порошку в кількості 1 – 2%, що дає змогу збагатити склад вафельного тіста та підвищити його біологічну цінність, зберігаючи при цьому структурні та органолептичні показники, притаманні класичним вафельним виробам. Використання добавки льняного жмиху не впливає на тривалість випікання вафельних листів.*

*Досліджено якість та безпечність одержаних функціональних кондитерських виробів – вафель з добавками льняного жмиху. Визначено основні показники якості – вологість, лужність та зольність. Здійснено органолептичну оцінку виготовлених зразків за розробленою 5-ти бальною шкалою та побудовано профілограми. Встановлено, що найкращими є зразки вафельних листів з додаванням льняного жмиху у кількості 1 – 3%.*

**Ключові слова:** вафельні листи, лляний жмих, реологія, органолептика, експертиза.

L. V. SALEBA

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Head of the Department of Chemical Technologies,  
Expertise and Provisions Production Safety  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-8290-4163

## DETERMINATION OF QUALITY INDICATORS AND METHODS OF THEIR CONTROL FOR ORANGE JUICE DRINKS

*Waffles are a well-digested and high-calorie product, the production technology of which is most favorable for the creation of preventive and functional products based on it, as well as food products for baby nutrition. The paper presents the results of research into the physico-chemical, structural-mechanical and organoleptic properties of wafer dough and sheets when flaxseed powder is added to the recipe.*

*As an object of research, we used a food cake from flax seeds of the trade mark "Dr. Fiber" manufactured by "Agrosilprom" LLC, which was introduced into the recipe of "Zdorovyya" wafers. Eating flax seeds helps prevent cancer and cardiovascular diseases, thanks to the significant content of omega-3, polyunsaturated fatty acids, dietary fiber, macro- and micronutrients.*

*In the course of the research, it was established that the necessary rheological properties are ensured when 1-3% flaxseed powder is added to the waffle dough recipe, increasing the amount to 4% or higher leads to a spreading consistency. It is optimal to use the powder in the amount of 1-2%, which makes it possible to enrich the composition of the waffle dough and increase its biological value, while preserving the structural and organoleptic indicators characteristic of classic waffle products. The use of flax cake additive does not affect the duration of baking wafer sheets.*

*The quality and safety of the obtained functional confectionery products – wafers with flax cake additives – were investigated. The main quality indicators were determined – moisture, alkalinity and ash content. The organoleptic evaluation of the produced samples was carried out according to the developed 5-point scale and profilograms were constructed. It was established that the best samples are wafer sheets with the addition of linseed meal in the amount of 1-3%.*

**Key words:** wafer sheets, flax cake, rheology, organoleptic, expertise.

### Постановка проблеми

В структурі споживання та виробництва кондитерської продукції стабільно переважає борошняна продукція, до якої, зокрема, належать і вафлі. Вафлі представляють собою легкі пористі листи з начинкою у вигляді про шарків або без начинки. Це добре засвоюваний та висококалорійний продукт, технологія виробництва якого найбільш сприятлива для створення на його базі виробів профілактичного та функціонального призначення, а також харчових продуктів для дитячого харчування. Все більшого поширення набувають вафлі, в яких цукрова пудра замінюється іншими солодкими речовинами (наприклад, медом, квітковим пилюком [1], фруктозою або іншими натуральними цукрозамінниками та інтенсивними підсолоджувачами). Вафельне тісто збагачується нетрадиційною рослинною сировиною, біологічно активними добавками та іншими функціональними інгредієнтами. Серед таких інгредієнтів можна зустріти олігосахариди, харчові волокна, омега-3 жирні кислоти, фітосполуки (функціональні інгредієнти рослинного походження), які не мають енергетичного значення, проте підтримують здоров'я людини. До фітосполук відносять фітостерини, органічні полісульфіди, флавоноїди, каротиноїди, таніни, лігнани тощо.

Важливу роль у харчуванні, а також у профілактиці і дієтотерапії багатьох захворювань виконують харчові волокна, що входять до складу рослинної сировини. Вони складаються з целюлози, геміцелюлоз, лігніну, пектину, камедей, слизів і являють собою комплекси, що володіють здатністю зв'язувати екологічно шкідливі речовини з організму, сприяють обміну катіонів [2].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

За останні роки було проведено багато досліджень, які довели необхідність використання поліфункціональних добавок з рослинної сировини у виробництві кондитерських борошняних виробів як джерела функціональних інгредієнтів (вітамінів, харчових волокон та ін.). Харчову цінність рослинної сировини визначають вуглеводи, вітаміни, поліфенольні сполуки, мінеральні, дубильні, ароматичні й інші речовини. Наявність функціональних інгредієнтів у кондитерських виробках з тіста надає можливість регулювати і нормалізувати функції та біохімічні реакції організму. Існують дослідження по збагаченню вафельного тіста білково-ліпідними комплексами після переробки зерна сої, вуглеводно-білковими фракціями амаранту, борошном із насіння бобових культур, насінням соняшнику, льону, порошкоподібними продуктами з вичавки овочів і фруктів [3].

На сьогоднішній день ведуться активні пошуки удосконалення рецептурного складу борошняних кондитерських виробів, що дозволить знизити їх енергетичну цінність та поліпшити білковий, жирнокислотний, вітамінний і мінеральний склад. З цією метою можна використовувати продукти переробки насіння льону – лляний жмих та шрот [4]. Вживання насіння льону в їжу сприяє профілактиці раку та серцево-судинних захворювань, завдяки значному вмісту омега-3, поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), харчових волокон, макро- та мікронутрієнтів. Крім того, насіння льону є джерелом лігнанів (агліконових фітоестрогенів), що володіють антивірусними, антиоксидантними, антибактеріальними, фітоестрогенними та онкопротекторними властивостями. Мікрофлора кишечника людини перетворює рослинні лігнани на дві речовини – ентолактон і ентодіол, які є засобами захисту від раку молочної залози [5].

Проблема пошуку та використання нових джерел природної сировини у складі начинки для вафель або у складі тіста для виготовлення вафельних листів є актуальною і перспективною.

### Формулювання мети дослідження

Метою роботи було дослідження введення до рецептури вафельного тіста порошку з насіння льону, та дослідження його впливу на фізико-хімічні, структурно-механічні властивості вафельного тіста та органолептичні показники якості вафель.

### Викладення основного матеріалу дослідження

До складу рецептури вафельних листів входять борошно пшеничне, питна вода, сіль, гідрокарбонат натрію і яйцепродукти. Для прошарку вафель застосовують жирові, пралінові, фруктові, помадні та інші начинки. Найбільшу кількість вафель виробляють з жировими начинками, які є однорідною, пишною, добре збитою масою. Рецепттура жирової начинки включає жир, цукрову пудру, лецитин, крихту (подрібнені обрізки вафельних листів), смакові добавки (есенції, лимонну кислоту), а також харчові барвники.

Якість вафель в основному формує якість тіста, з якого були виготовлені вафельні листи. Вирішальне значення при замішуванні тіста має борошно, а саме – кількість клейковини та її якість (ступінь розтяжності, пружності та еластичності). Основними білковими фракціями клейковини є глютенін і гліадин. «Сила» борошна, особливо важливий показник з точки зору хлібопекарського виробництва, характеризується в першу чергу наявністю і властивостями глютенінової пружної фракції клейковини. Найкращі результати у виробництві вафельних листів можна отримати при використанні борошна зі слабкою клейковиною, що сприятливо впливає на в'язкість і розподіл тіста на поверхні форми. Тісто для вафельних листів має високу вологість до 65%, оскільки рідка консистенція тіста дозволяє повністю заповнити всі заглиблення вафельної форми і отримати тонкі листи. Збільшення вологості тіста може привести до зниження продуктивності печі і збільшення кількості відтоків. Крім того, на в'язкість впливає температура вафельного тіста: якщо вона буде більшою, ніж 15-20°C, то його в'язкість збільшиться внаслідок

більшого набрякання клейковини. Також до складу тіста вводять сіль для смаку і гідрокарбонат натрію – хімічний розпушувач і компонент, що надає пористості і в подальшому хрупкості виробам.

Експертиза вафель регламентується ДСТУ 4033:2018 «Вафлі. Загальні технічні умови» за показниками: масова частка вологи; масова частка жиру; масова частка загального цукру (в перерахунку на цукрозу); лужність; масова частка золи. Технологічна експертиза вафель здійснюється шляхом визначення також органолептичних, мікробіологічних показників, та рівнів допустимого вмісту певних токсичних елементів та радіонуклідів.

В даній роботі за основу було взято рецептуру вафель «Здоров'я». До базової рецептури вафельних листів входила наступна сировина, г (в натурі/в сухих речовинах): борошно пшеничне вищого гатунку 100,0/85,5; ячний жовток 10,0/4,6; сіль кухонна 0,5/0,483; гідрокарбонат натрію 0,5/0,25.

З метою підвищення харчової і біологічної цінності та поліпшення споживчих властивостей у рецептуру вафельних листів вносили від 1 до 5% (від вмісту сухих речовин) порошку з насіння льону за рахунок зменшення кількості пшеничного борошна. Для цього використовували жмих харчовий з насіння льону торгової марки «Dr. Fiber» виробництва ТОВ «Агросільпром» (ТУ У 15.8-24239651-007:2007). Дана добавка є тонко подрібненим порошком світло-коричневого кольору з відчутним характерним запахом та смаком льону. Клітковина з насіння льону може бути рекомендована як додаткове природне джерело нерозчинних харчових волокон, амінокислот, білків, вітамінів, макро- та мікроелементів. Клітковина містить 34% білків, 14% жирів, 9% вуглеводів. В роботі визначено вологість зразка харчового лляного жмиху 8,75% і зольність 5,1%.

Для визначення впливу кількості лляного жмиху на густину вафельного тіста та зручності використання даної харчової добавки у промисловому виробництві було проведено вимірювання реологічних показників вафельного тіста на ротаційному віскозиметрі «Reotest-2» (Німеччина) з побудовою кривих залежності в'язкості і сили напруги від швидкості зсуву при різних концентраціях лляного жмиху. Результати досліджень наведені на рис. 1 та 2.

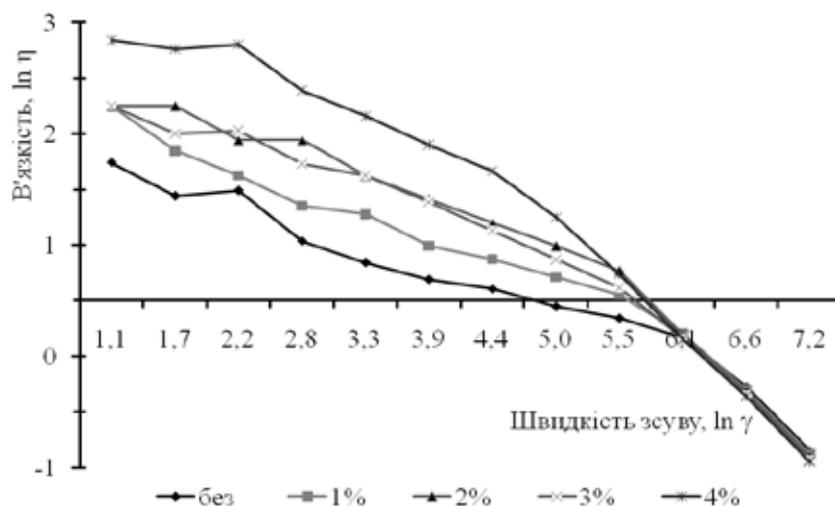


Рис. 1. Зміна в'язкості вафельного тіста з додаванням лляного жмиху

Встановлено, що введення у рецептуру вафельного тіста лляного жмиху у кількості 1 – 3% збільшує початкову в'язкість у 1,33 – 2,33 рази порівняно з контролем (вафельне тісто без додавання лляного жмиху). При цьому зберігаються структурні властивості, максимально наближені до контрольного зразка.

Збільшення дозування лляного жмиху до 4% в тісті призводить до збільшення початкової в'язкості в 4 рази, та напруги зсуву, необхідної для руйнування системи: від 17,1 Па до 68 Па. Консистенція вафельного тіста стає більш в'язкою, але зберігає свою текучість. З додаванням лляного жмиху у кількості більше 4% вафельне тісто поступово втрачає текучу консистенцію та стає в'язким, утруднюючи дозування продукту при випіканні на вафельних плитах. Використання кількості лляного жмиху 5% та 10% недоцільно, оскільки консистенція тіста стає мажучою, збільшується час гомогенізації тіста і збільшується його водопоглинальна здатність.

Дослідження реологічних властивостей вафельного тіста із додаванням лляного жмиху показало, що з погляду технологічності використання оптимальною є концентрація жмиху 1 – 3%, що дає змогу збагатити склад вафельного тіста та підвищити його біологічну цінність, зберігаючи при цьому структурні показники, притаманні класичному вафельному тісту.

На підставі отриманих даних розроблена рецептура вафельного листа, проведено виготовлення вафельних листів у електричній вафельниці та проведені його органолептична оцінка і визначення показників лужності, вологості і зольності. Дозування тіста для кожного зразка забезпечувалося зважуванням на електронних вагах, зразки вафельних листів випікалися в ідентичних лабораторних умовах з попередньо визначеним часом випікання.

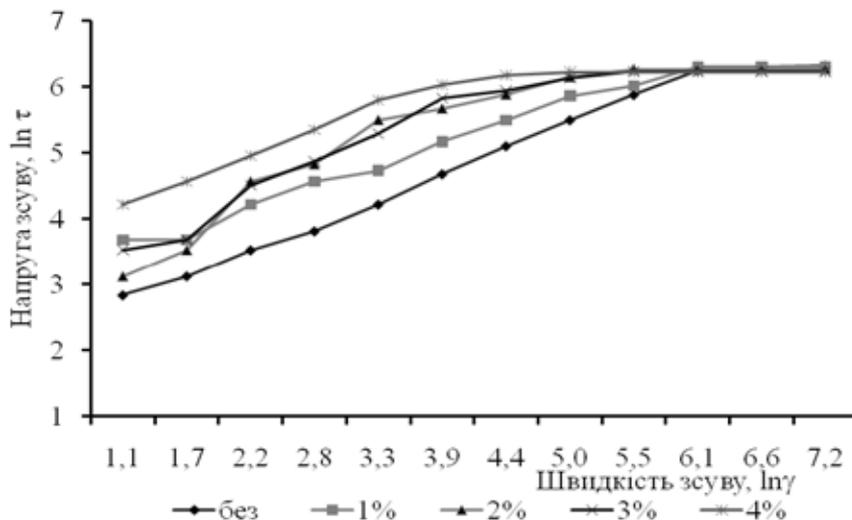


Рис. 2. Зміна напруги зсуву вафельного тіста з додаванням льняного жмиху

Якість вафельних листів оцінювали за такими органолептичними показниками, як форма, поверхня і колір вафельного листа, його товщина і вид на зломі, запах і смак. Оцінку здійснювали за розробленою 5-ти бальною шкалою (табл. 1).

Таблиця 1

Органолептична оцінка вафельного листа

Бал	Показник
Зовнішній вигляд (форма, стан поверхні)	
5	Власлива даному виробу, правильна, краї рівні, товщина рівномірна. Поверхня гладка, блискуча, з чітким малюнком, без здуття та тріщин.
4	Злегка неправильна, допускається незначна деформація, краї рівні, товщина рівномірна. Поверхня гладка, з одиничними нерівностями, з чітко вираженим малюнком, допускається незначна кількість мілких пухирців.
3	Помітно неправильна, деформована, наявні потовщення, краї рівні. Поверхня нерівна, рисунок недостатньо чіткий, наявність невеликої кількості пухирців чи мілких тріщин.
2	Неправильна, помітно деформована, краї нерівномірні. Поверхня нерівна, бугриста з розпливчатым малюнком, пухирчата, присутні тріщини.
1	Неправильна, помітно деформована, краї нерівномірні, частково пошкоджені. Поверхня нерівна, бугриста з нечітким малюнком, пухирчата, присутні тріщини.
Вид на зломі, текстура	
5	Рівномірно пропечений, без слідів непромісу; пористість рівномірна, добре помітна, без пустот та ущільнень Ніжна, вафлі легко ламаються з легким характерним хрустом, при розжовуванні у роті розсипаються.
4	Рівномірно пропечений, без слідів непромісу; пористість рівномірна, добре помітна, одиничні невеликі пустоти Хороша, вафлі ламаються з характерним хрустом, легко розжовуються.
3	Нерівномірно пропечений, пористість нерівномірна, погано помітна, допустимі невеликі пустоти Текстура щільна, вафлі ламаються з зусиллям, при розжовуванні відчувається щільна, жорсткувата структура.
2	Нерівномірно пропечений; пористість нерівномірна, погано помітна, наявність пустот. Текстура щільна, жорстка, вафлі ламаються зі значним зусиллям, при розжовуванні виникають неприємні відчуття.
1	Нерівномірно пропечений; пористість нерівномірна, дуже погано помітна, велика кількість пустот. Текстура дуже щільна, тверда, вафлі ламаються з помітним зусиллям, при розжовуванні виникають неприємні відчуття.
Колір	
5	Золотисто-жовтий, рівномірний.
4	Від світло-жовтого до світло-коричневого, рівномірний
3	Блідувато-жовтий, світло-коричневий, трохи нерівномірний.
2	Надто блідий, нерівномірний, з сіруватим відтінком.
1	Темно-коричневий чи зовсім блідий (білий), нерівномірний, з помітними темними вкрапленнями.
Запах	
5	Властивий вафлям, приємний, яскраво виражений, насичений, без сторонніх нюансів
4	Властивий вафлям, приємний, виражений, без сторонніх нюансів
3	Властивий вафлям, невиражений, без сторонніх нюансів

2	Невластивий вафлям, слабкий сторонній нюанс
1	Невластивий вафлям, сторонній, затхлий, пліснявий
Смак	
5	Властивий вафлям, приємний, яскраво виражений, без сторонніх присмаків
4	Властивий вафлям, добре виражений, без сторонніх присмаків
3	Невиражений, без сторонніх присмаків
2	Невластивий вафлям, кислуватий чи гіркуватий присмак
1	Невластивий вафлям, сторонній присмак

Розроблену бальну систему використовували при побудові відповідних профілограм (рис. 3). Профільний метод ґрунтується на тому, що окремі стимули, об'єднуючись, дають якісно нове відчуття смачності продукту. Цей метод є найбільш зручним для оцінки якості продуктів із складною характеристикою ознак. Його можна застосовувати для встановлення впливу різних чинників на окремі показники якості продукту і на загальне враження – смачність продукту.

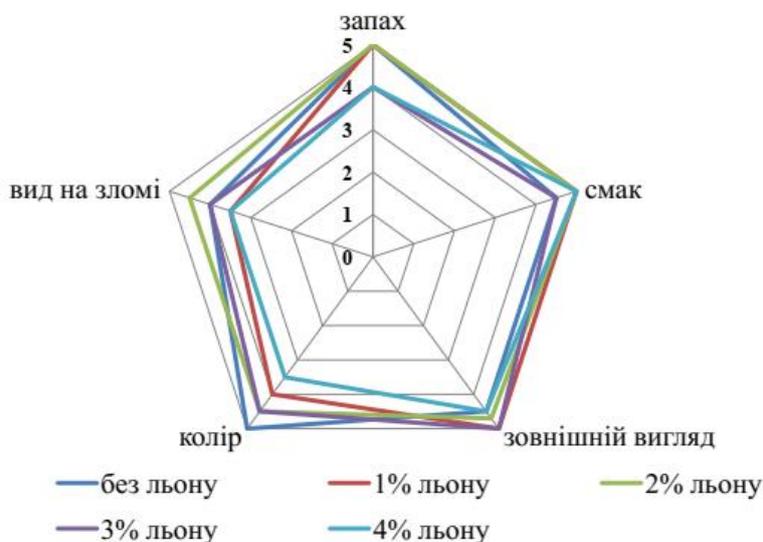


Рис. 3. Профілограми органолептичної оцінки якості вафельних листів

Випечені вафельні листи, виготовлені за розробленою рецептурою, мають приємний смак і аромат, з рівним обрізом і чітким малюнком поверхні, а також з розвинутою пористістю. Як результат органолептичного оцінювання усіх досліджуваних зразків, найкращими з них (порівняно з контрольним зразком) визначено зразки вафельних листів із додаванням лляного жмиху у кількості 1%, 2% та 3%.

В роботі проводили визначення фізико-хімічних показників вафельних листів з різною концентрацією лляного жмиху: вологість, лужність та зольність. Результати дослідження наведено у табл. 2.

Таблиця 2

**Вплив концентрації лляного жмиху на фізико-хімічні показники якості вафельних листів**

Кількість лляного жмиху, %	Вологість, %	Лужність, град	Зольність, %
-	7,90	1,8	0,0098
1	8,60	1,8	0,0112
2	8,70	1,8	0,0124
3	9,05	1,0	0,0132
4	9,19	1,2	0,0136
5	9,40	1,4	0,0140
10	10,26	1,0	0,0152

Слід відмітити, що введення порошку з насіння льону сприяє збільшенню вологості виробу. Вологість нових зразків вафель і вафельних листів була дещо вищою за контроль, але в межах установлених норм.

Таким чином за результатами досліджень встановлено, що органолептичні і фізико-хімічні показники відповідали вимогам, встановленим чинним стандартом, без відхилень.

### Висновки

1. В процесі проведених досліджень було встановлено, що необхідні реологічні властивості забезпечуються при внесенні до рецептури вафельного тіста порошку з насіння льону в кількості 1–3%, збільшення кількості до 4% і вище приводить до виникнення мажучої консистенції. Оптимальним є використання порошку в кількості 1–2%, що дає змогу збагатити склад вафельного тіста та підвищити його біологічну цінність, зберігаючи при цьому структурні та органолептичні показники, притаманні класичним вафельним виробам. Використання добавки лляного жмиху не впливає на тривалість випікання вафельних листів.

2. Досліджено якість та безпечність одержаних функціональних кондитерських виробів – вафель з добавками лляного жмиху. Визначено основні показники якості – вологість, лужність та зольність. Здійснено органолептичну оцінку виготовлених зразків за розробленою 5-ти бальною шкалою та побудовано профілограми. Встановлено, що найкращими є зразки вафельних листів з додаванням лляного жмиху у кількості 1–3%.

### Список використаної літератури

1. Новікова Н.В. Використання нетрадиційної сировини для поліпшення споживних властивостей тортів на вафельній основі. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. № 2. 2020. С. 48-54.

2. Шаповал С.Л., Романенко Р.П., Форостяна Н.П. Діагностика фізичних властивостей харчових продуктів: монографія. Київ : КНТЕУ, 2017. 192 с.

3. Сімакова О. О., Никифоров Р. П. Розробка новітніх технологій виробів з борошна із заданими властивостями: монографія. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2018. 146 с.

4. Хімічний склад насіння льону. URL: <https://dovidka.biz.ua/himichniy-sklad-nasinnya-lonu/> (дата звернення: 22.05.2023).

5. Івашків Л.Я. Нові класи інгредієнтів продуктів харчування та їхні функціональні властивості. *Проблеми харчування*. № 3-4. 2010. С. 61-66.

6. ДСТУ 4033:2018. Вафлі. Загальні технічні умови. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2018. 8 с.

7. ДСТУ 4620:2006. Вафлі листові та фігурні (напівфабрикат). Загальні технічні умови. [Чинний від 2007-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 12 с.

### References

1. Novikova N.V. (2020) Vykorystannia netradytsiinoi syrovyny dlia polipshennia spozhyvnykh vlastyvostei tortiv na vafelnii osnovi. [Use of non-traditional raw materials to improve the consumption properties of wax based cakes] *Visnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu*. no. 2, pp. 48-54.

2. Shapoval S., Romanenko R. P., Forostyana N. P. (2017) Diagnostika fizichnih vlastyvostey harchovih productov. [Diagnosis of physical properties of food products]. Kyiv : KNTEU. 192 p. [in Ukrainian].

3. Simakova O. O., Nykyforov R. P. (2018) Rozrobka novitnikh tekhnolohii vyrobiv z boroshna s zadanymy vlastyvostiamy. [Development of the latest technologies of flour products with specified properties]. Kryvyi Rih : DonNUET. 146 p. [in Ukrainian].

4. Khimichniy sklad nasinnia lonu (Chemical composition of flax seeds) Available at: <https://dovidka.biz.ua/himichniy-sklad-nasinnya-lonu/> (accessed 22.05.2023).

5. Ivashkiv L.Ia. (2010) Novi klasy inhrediiientiv produktiv kharchuvannia ta yikhni funktsionalni vlastyvosti. [New classes of food ingredients and their functional properties] *Problemy kharchuvannia*. no. 3-4, pp. 61-66.

6. DSTU 4033:2018. Vafli. Zahalni tekhnichni umovy. [Chynnyi vid 2019-01-01]. Kyiv : UkrNDNTs. 2018. 8 p.

7. DSTU 4620:2006. Vafli lystovi ta fihurni (napivfabrykat). Zahalni tekhnichni umovy. [Chynnyi vid 2007-07-01]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 2007. 12 p.

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 004.85

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.1.15>

К. О. АНТИПОВА

доктор філософії,  
старший викладач кафедри інженерії програмного забезпечення  
Чорноморський національний університет імені Петра Могили  
ORCID: 0000-0002-9012-5290

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕХАНІЗМУ УВАГИ ТИПУ MULTI-HEAD ТА МОДЕЛІ ТРАНСФОРМЕРА ДЛЯ ЗАДАЧІ МАШИННОГО ПЕРЕКЛАДУ

Механізм уваги використовується в широкому діапазоні нейронних архітектур і досліджувався в різних областях застосування. Механізм уваги став популярною технікою глибокого навчання з кількох причин. По-перше, найсучасніші моделі, які включають механізми уваги, досягають високих результатів для різноманітних завдань, таких як класифікація тексту, створення підписів до зображень, аналіз настроїв, розпізнавання природної мови та машинний переклад. Використовуючи механізм уваги, нейронні архітектури можуть автоматично зважувати релевантність будь-якої області вхідного тексту та враховувати ці ваги під час вирішення основної задачі. Крім того, популярність механізмів уваги додатково підвищилася після появи моделі трансформера, яка ще раз довела, наскільки ефективним є механізм уваги. Архітектура трансформера не використовує послідовну обробку та рекурентність, а покладається лише на механізм self-attention, щоб охопити глобальні залежності між вхідними і вихідними послідовностями. В роботі використано модель трансформера, яка реалізує масштабовану скалярнодобуткову увагу, що відповідає процедурі механізму загальної уваги. Побудована модель спирається на механізм уваги типу multi-head attention, де модуль self-attention повторює обчислення декілька разів паралельно. Ці розрахунки об'єднуються для отримання остаточної оцінки. Застосування multi-head attention дає моделі більше можливостей для кодування декількох зв'язків і нюансів для кожного слова. Завдяки використанню механізму multi-head attention функція уваги отримує інформацію з різних частин представлення, що неможливо при використанні self-attention. Модель трансформера була реалізована за допомогою фреймворків TensorFlow та Keras для задачі машинного перекладу з англійської на українську. Набір даних для тренування, валідації та тестування моделі був отриманий від Tatoeba Project. Був реалізований власний шар для вбудовування слів із використанням матриці позиційного кодування.

**Ключові слова:** механізм уваги, машинний переклад, обробка природної мови, модель трансформера.

К. О. ANTIPOVA

Ph.D., Senior Lecturer at the Department of Software Engineering  
Petro Mohyla Black Sea National University  
ORCID: 0000-0002-9012-5290

## IMPLEMENTATION OF THE MULTI-HEAD ATTENTION MECHANISM AND TRANSFORMER MODEL FOR MACHINE TRANSLATION

The attention mechanism is used in a wide range of neural architectures and has been researched within diverse application domains. The attention mechanism has become a popular deep learning technique for several reasons. First, state-of-the-art models that incorporate attention mechanisms achieve high results for a variety of tasks such as text classification, image captioning, sentiment analysis, natural language recognition, and machine translation. Using an attention mechanism, neural architectures can automatically weight the relevance of any region of input text and take those weights into account when solving the underlying problem. In addition, the popularity of attention mechanisms further increased with the implementation of the transformer model, which once again proved how effective the attention mechanism is. The transformer architecture does not use sequential processing or recursion, but relies only on the self-attention mechanism to capture global dependencies between input and output sequences. In the paper a transformer model that implements scaled scalar product attention was used, which corresponds to the procedure of the general attention mechanism. The built model is based on the multi-head attention mechanism, where the self-attention module repeats the calculation several times in parallel. These calculations are combined to get a final estimate. Applying multi-head attention gives the model more opportunities to encode multiple connections and nuances for each word. The application of the multi-head attention mechanism allows the attention function to obtain information from different parts of the representation, which is impossible when using self-attention only. The transformer model was implemented using the TensorFlow and Keras frameworks for the task of machine translation from English to Ukrainian. The dataset for model training, validation, and testing was obtained from the Tatoeba Project. A custom word embedding layer was implemented using a positional encoding matrix.

**Key words:** attention mechanism, machine translation, natural language processing, transformer model.

### Постановка проблеми

У задачах обробки природної мови елементи вхідного тексту характеризуються тим, що мають різну значимість в рамках поставленого завдання. У машинному перекладі деякі слова вхідного тексту можуть бути нерелевантними для перекладу наступного слова в послідовності. Найпоширенішим рішенням цієї задачі є механізм, відомий як механізм уваги. Використовуючи цей механізм, нейронні архітектури можуть автоматично зважувати релевантність будь-якої області вхідного тексту та враховувати ці ваги під час вирішення основної задачі.

Окрім збільшення продуктивності виконання подібних задач, механізм уваги також можна використовувати як інструмент для інтерпретації поведінки нейронних архітектур. Наприклад, ваги, обчислені за допомогою механізму уваги, можуть вказати на релевантну інформацію, відкинуту нейронною мережею, або на нерелевантні елементи вхідних даних, які були враховані, і могли б пояснити несподіваний результат, отриманий від нейронної мережі.

Механізм уваги було вперше запропоновано для вирішення проблеми, яка виникає при використанні вектора кодування з фіксованою довжиною, коли декодувальник має обмежений доступ до інформації, яку можна отримати від вхідних даних. Цей недолік особливо ускладнює обробку довгих та/або складних послідовностей, де розмірність їх представлення має бути такою ж, як для коротших або простіших послідовностей.

У випадках, коли механізм загальної уваги представлений послідовністю слів, вектор запиту, який заданий для певного слова в послідовності, оцінюється відносно кожного ключа у базі даних. Таким чином визначається, як слово, що розглядається, пов'язане з іншими в послідовності. Після чого отримані значення масштабуються відповідно до ваг уваги (обчислених на основі отриманих раніше оцінок запит-ключ), щоб зберегти фокус на тих словах, які стосуються запиту. Таким чином розраховується рівень уваги для слова, яке розглядається.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

В роботі [1] реалізовано рекурентну нейронну мережу (RNN) як для кодувальника, так і для декодувальника. Однак механізм уваги можна перетворити в узагальнену форму, яку можна застосувати до будь-якого завдання типу seq2seq (послідовності-до-послідовності), де дані можуть бути пов'язані між собою не обов'язково послідовним чином.

В роботі [2] в якості альтернативи представлена модель трансформера, яка спирається виключно на використання механізму уваги типу self-attention, де представлення послідовності (або речення) обчислюється шляхом зв'язування різних слів в одній послідовності. В цій роботі також запропоновано механізм уваги типу multi-head. Такий механізм уваги лінійно проєктує запити, ключі та значення  $h$  разів, щоразу використовуючи іншу проєкцію, отриману в результаті навчання. Механізм self-attention потім застосовується до кожної з цих проєкцій  $h$  паралельно для отримання результатів, які, у свою чергу, об'єднуються для отримання кінцевої проєкції.

В роботі [3] розглянуто архітектури уваги, які призначені для роботи з векторними представленнями текстових даних. Крім того запропонована класифікація моделей уваги відповідно до чотирьох вимірів: представлення вхідних даних, функція сумісності, функція розподілу та множинність вхідних і/або вихідних даних.

В роботі [4] систематизовано різні моделі механізму уваги, які використовуються для широкого кола задач, в тому числі задач обробки природної мови. В роботі розглянуто ключові моменти, як включення уваги до нейронних мереж призвело до значного підвищення продуктивності, забезпечило краще розуміння внутрішньої роботи нейронної мережі за рахунок полегшення інтерпретації, а також покращило обчислювальну ефективність шляхом усунення послідовної обробки вхідних даних.

В роботі [5] представлена комплексна класифікація різноманітних механізмів уваги на основі структури моделі задачі, яка складається з моделі ознак, моделі уваги, моделі запиту та моделі вихідної послідовності. Загалом в роботі розглядалися лише механізми уваги для моделей, які навчаються з учителем, оскільки вони складають найбільшу частку моделей уваги серед тих, що зазвичай досліджуються.

### Мета дослідження

Підвищення продуктивності машинного перекладу речень з англійської на українську шляхом реалізації та тренування моделі трансформера на основі механізму multi-head attention із використанням власного шару вбудовування слів.

### Виклад основного матеріалу

Механізм загальної уваги використовує три основні компоненти, а саме запити  $Q$ , ключі  $K$  і значення  $V$ . Якщо провести аналогію між цими трьома компонентами з механізмом уваги, запропонованим в роботі [1], то запит  $Q$  буде аналогічним попереднім вихідним даним декодувальника,  $s_{t-1}$ , тоді як значення  $V$  будуть аналогічними попереднім вхідним даним кодувальника,  $h_t$ . У механізмі уваги, представленому в [1], ключі та значення є одним вектором.

Механізм загальної уваги виконує наступні обчислення:

1. Кожен вектор запиту  $q = s_{t-1}$  зіставляється з базою даних ключів для обчислення оцінки. Ця операція зіставлення обчислюється як скалярний добуток запиту, який розглядається, з кожним вектором-ключем  $k_i$ :

$$e_{q,k_i} = q \cdot k_i.$$

2. Для оцінок застосовується операція *softmax* для створення вагових коефіцієнтів:

$$\alpha_{q,k_i} = \text{softmax}(e_{q,k_i}).$$

3. Загальна увага обчислюється за допомогою зваженої суми векторів значень  $v_{k_i}$ , де кожен вектор значень поєднується з відповідним ключем:

$$\text{attention}(q, K, V) = \sum_i \alpha_{q,k_i} v_{k_i}.$$

У контексті машинного перекладу кожному слову у вхідному реченні присвоєно вектори для запиту, ключа та значення. Ці вектори утворюються шляхом множення отриманого від кодувальника представлення конкретного слова на три різні вагові матриці, які генеруються під час навчання.

Структура моделі трансформера повторює структуру кодувальника-декодувальника, але не використовує рекурентність або згортки для генерування вихідної послідовності. Трансформер використовує наступні основні компоненти:

- $q, k$  – це вектори розмірності  $d_k$ , що містять запити та ключі відповідно;
- $v$  – це вектор розмірності  $d_v$ , що містить значення;
- $Q, K, V$  – це матриці, що складаються із запитів, ключів і значень відповідно;
- $W^Q, W^K, W^V$  – це матриці проєкцій, які використовуються для генерації різних представлень підпростору запиту, ключа та матриці значень;
- $W^O$  – це проєкційна матриця вихідної послідовності multi-head.

По суті, функцію уваги можна вважати функцією перетворення запиту і набору пар ключ-значення на вихідну послідовність.

Модель трансформера реалізує масштабовану скалярнодобуткову увагу, яка відповідає процедурі механізму загальної уваги. На практиці ці обчислення можна ефективно застосовувати до всього набору запитів одночасно. Для цього матриці  $Q, K$  і  $V$  подаються як вхідні дані для функції уваги наступним чином:

$$\text{attention}(Q, K, V) = \text{softmax}\left(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}}\right)V.$$

Коефіцієнт масштабування  $\frac{1}{\sqrt{d_k}}$  потрібен для нейтралізації ефекту збільшення величини скалярних добутків

для великих значень  $d_k$ , де при застосуванні функції *softmax* отримуються надзвичайно малі градієнти, що призводить до проблеми зникання градієнту. Отже, коефіцієнт масштабування потрібен для зменшення отриманих результатів і, відповідно, для запобігання цій проблемі.

Ідея, що лежить в основі механізму уваги типу multi-head, полягає в тому, щоб дозволити функції уваги отримувати інформацію з різних частин представлення, що неможливо при використанні self-attention. Функцію уваги multi-head можна представити таким чином:

$$\text{multihead}(Q, K, V) = \text{concat}(\text{head}_1, \dots, \text{head}_h) W^O.$$

де кожен  $\text{head}_i$ ,  $i = 1, \dots, h$  реалізує єдину функцію уваги, що характеризується власними матрицями проєкції, отриманими в результаті навчання:

$$\text{head}_i = \text{attention}(QW_i^Q, KW_i^K, VW_i^V).$$

Отже, кожен блок multi-head складається з таких послідовних рівнів:

- На першому рівні – три лінійних шари, кожен з яких отримує запити, ключі або значення.
- На другому рівні – масштабована скалярнодобуткова увага. Операції, що виконуються як на першому, так і на другому рівнях, повторюються  $h$  разів і виконуються паралельно, відповідно до кількості  $\text{head}_i$ , що складають блок уваги multi-head.
- На третьому рівні – операція конкатенації, яка об'єднує вихідні послідовності від різних  $\text{head}_i$ .
- На четвертому рівні – кінцевий лінійний шар, який утворює вихідну послідовність.

Модель трансформера, яка спирається на механізм уваги типу multi-head attention, була реалізована за допомогою фреймворків TensorFlow та Keras. Модель побудована на основі алгоритмів, представлених в роботах [6, 7, 8]. В якості вхідних даних виступає набір з речень англійською та відповідних речень українською, отриманий від Tatoeba Project [9]. Набір складається з 156733 пар речень.

Набір вхідних даних був очищений та нормалізований до форми NFKC. Підготовлені речення були токеновані по словах: кожне слово та кожен розділовий знак були виділені в окремі токени максимум по 36 токенів в реченні (рис. 1). В результаті отримано 10795 токенів для словника англійської та 31296 токенів для словника українською. Для того, щоб відкинути токени, які рідко зустрічаються, розміри словників були обмежені до

10000 та 30000 токенів відповідно. Також максимальна можлива кількість токенів у послідовності була обмежена до 30.

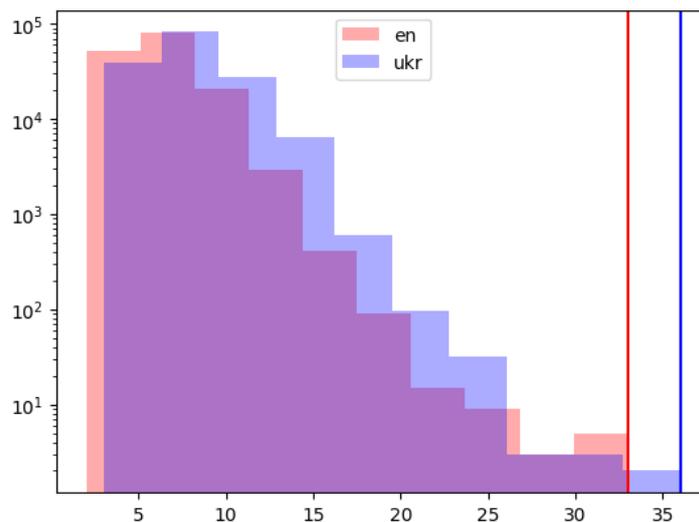


Рис. 1. Кількість токенів в реченнях різними мовами

Кожне речення було перетворено у вектор для подальшого використання при навчанні моделі. Для того, щоб модель «розуміла» значення слів, тобто, кількісно визначала, як два слова пов'язані одне з одним, використаний власний шар вбудовування слів (embedding). Для розуміння контексту визначається позиція кожного слова в реченні за допомогою матриці позиційного кодування.

Позиційне кодування представляє позицію кожного токена вектором. Елементами вектора є значення різних фаз і частот синусоїд. У позиції  $k = 0, 1, \dots, L-1$  позиційний вектор кодування (з вхідною розмірністю  $L$  та вихідною розмірністю  $d$ ) розраховується наступним чином:

$$[P(k, 0), P(k, 1), \dots, P(k, d-2), P(k, d-1)],$$

$$P(k, 2i) = \sin\left(\frac{k}{n^{2i/d}}\right),$$

$$P(k, 2i+1) = \cos\left(\frac{k}{n^{2i/d}}\right),$$

де  $i = 0, 1, \dots, d/2$ ;

$n = 10000$  – константа для синусоїдальних функцій.

Шар позиційного кодування знаходиться на вході моделі трансформера та поєднує шар вбудовування слів з позиційним кодуванням. Для навчання моделі трансформера було створено 8 блоків multi-head, а розмірність вихідного вектора встановлена на 128. Використовувався оптимізатор Adam (швидкість навчання моделі  $1e-09$ ). Модель навчалася протягом 20 епох, і в результаті навчання точність моделі становить 0.8141, значення функції витрат – 1.1967.

На тестовому наборі (15% від загального набору речень) модель видає наступні результати:

```
is that all you can think of ?
== [start] це все, що тобі спадає на думку ? [end]
-> [start] це все, що ти можеш подумати ? [end]
i need someone to help me with this.
== [start] мені потрібно, щоб хтось мені з цим допоміг. [end]
-> [start] мені потрібно, щоб мені хтось допоміг з цим. [end]
i had my watch fixed.
== [start] я відремонтувала свій годинник. [end]
-> [start] я полагодив годинник. [end]
find out all you can about him.
== [start] зберіть про нього будь-яку інформацію, яку знайдете. [end]
```

-> [start] дізнайся про нього все, що можеш. [end]  
she had her hat blown off by the wind.  
== [start] їй здуло вітром капелюха. [end]  
-> [start] вона мала, коли її з неї на нього були це. [end]  
i'm not a native speaker.  
== [start] це для мене не рідна мова. [end]  
-> [start] я не носій мови. [end]

де перший рядок – це речення англійською для перекладу, другий рядок – відповідне речення українською з початкового набору даних, третій рядок – результат отриманий від моделі трансформера.

#### Висновки

Була побудована модель трансформера, яка реалізує масштабовану скалярнодобуткову увагу, що відповідає процедурі механізму загальної уваги. Модель спирається на механізм уваги типу multi-head attention. Був реалізований власний шар для вбудовування слів із використанням матриці позиційного кодування. Після тренування точність моделі складає 81,4%.

В подальшому планується дослідити вплив застосування різних токенизаторів, в тому числі токенизаторів бібліотеки NLTK, на результуючу точність моделі. Крім того, для покращення якості вбудовування планується використати сторонні алгоритми замість власного шару вбудовування слів. Зокрема зробити порівняльний аналіз, наскільки подібні алгоритми покращують розуміння контексту для моделі.

#### Список використаної літератури

1. Bahdanau, D., Cho, K., & Bengio, Y. (2015). Neural Machine Translation by Jointly Learning to Align and Translate. *International Conference on Learning Representations*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1409.0473>
2. Vaswani, A. et al. (2017). Attention Is All You Need. *31st Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS)*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.03762>
3. Galassi, A., Lippi, M., & Torroni, P. (2021). Attention in Natural Language Processing. *IEEE Transactions On Neural Networks And Learning Systems, Vol. 32, No. 10*. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2020.3019893>
4. Chaudhari, Sh., Mithal, V., Polatkan, G., & Ramanath, R. (2021). An Attentive Survey of Attention Models. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology, Vol. 1, No. 1*. <https://doi.org/10.1145/3465055>
5. Brauwers, G., & Frasincar, F. (2021). A General Survey on Attention Mechanisms in Deep Learning. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering (TKDE)*. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2021.3126456>
6. Cristina, S., & Saeed, M. (2022). *Building Transformer Models with Attention: Implementing a Neural Machine Translator from Scratch in Keras*. Machine Learning Mastery.
7. Rothman, D. (2022). *Transformers for Natural Language Processing: Build, train, and fine-tune deep neural network architectures for NLP with Python, PyTorch, TensorFlow, BERT, and GPT-3, 2nd Edition*. Packt Publishing.
8. Yildirim, S., & Asgari-Chenaghlu, M. (2021). *Mastering Transformers: Build state-of-the-art models from scratch with advanced natural language processing techniques*. Packt Publishing.
9. Tatoeba Project. (n.d.). <http://tatoeba.org/home>

Є. М. БАЙЛЮК

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії та кібербезпеки  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
ORCID: 0000-0002-4961-7816

О. А. ПОКОТИЛО

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії та кібербезпеки  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
ORCID: 0000-0002-1587-235X

О. С. ГОЛОВНЯ

кандидат педагогічних наук,  
доцент кафедри комп'ютерної інженерії та кібербезпеки  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
ORCID: 0000-0003-0095-7585

І. С. ХІМЧУК

студент  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
ORCID: 0009-0000-4456-0868

## АНАЛІЗ КІБЕРАТАК НА ACTIVE DIRECTORY ТА МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЗАХИЩЕНОСТІ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ WINDOWS SERVER

У статті розглянуто кібератаки на Active Directory операційної системи Windows Server та досліджено можливі способи протидії таким атакам та пом'якшення їх наслідків.

Враховуючи популярність Active Directory для побудови корпоративних мереж, високою є її зацікавленість кіберзлочинців в атаках з метою порушення роботи таких систем чи одержання конфіденційної інформації, а отже, зростає потреба запобігання таким атакам та мінімізації їх впливу. У статті здійснено огляд наявних публікацій, присвячених цій проблематиці. Водночас, наголошується на необхідності дослідження різних видів атак на Active Directory, зокрема нових, а також на важливості володіння комплексом методів та інструментів для захисту від цих атак. Досліджено та проаналізовано такі види кібератак на Active Directory, як «розпилення» пароля, передача хешу, атаки з «золотим» та «срібним квитком», DNS-спуфінг, атаки на об'єкт групової політики, розширення DNS, атаки DCSync та SMB Relay. Розглянуто низку інструментів, які можуть використовуватися кіберзлочинцями і які повинні братися до уваги фахівцями з кібербезпеки під час налаштування та тестування захисту корпоративної мережі на базі Active Directory (Mimikatz, Bloodhound, Empire, CrackMapExec, Nmap, Metasploit, Responder, PowerUp, LaZagne). У ході проведення аналізу різних видів кібератак та інструментів, доступних зловмисникам, визначено загальні вразливості Active Directory та вектори відповідних атак. Наведено можливі стратегії пом'якшення ризиків успішного проведення атак, зокрема впровадження політики надійних паролів, багатофакторної автентифікації, контролю доступу з найменшими привілеями, оновлення програмного забезпечення та виправлень безпеки і моніторингу та виявлення підозрілої активності. Загалом стаття містить інформацію про ризики безпеки, пов'язані з Active Directory, і в ній запропоновано практичні поради для IT-фахівців, які прагнуть посилити захист від кібератак, спрямованих на цю критично важливу систему.

**Ключові слова:** вразливості, кібератаки, Active Directory, інструменти проведення атак, запобігання атакам, зменшення ризиків, пом'якшення наслідків кібератак.

Y. M. BAILIUK

Senior Lecturer at the Department of Computer Engineering and Cyber Security  
Zhytomyr Polytechnic State University  
ORCID: 0000-0002-4961-7816

O. A. POKOTYLO

Senior Lecturer at the Department of Computer Engineering and Cyber Security  
Zhytomyr Polytechnic State University  
ORCID: 0000-0002-1587-235X

O. S. HOLOVNIA

Candidate of Pedagogical Sciences,  
Associate Professor at the Department of Computer Engineering and Cyber Security  
Zhytomyr Polytechnic State University  
ORCID: 0000-0003-0095-7585

I. S. KHIMICHUK

Student  
Zhytomyr Polytechnic State University  
ORCID: 0009-0000-4456-0868

## ANALYSIS OF CYBER ATTACKS ON ACTIVE DIRECTORY AND METHODS OF INCREASING THE SECURITY LEVEL OF THE WINDOWS SERVER OPERATING SYSTEM

*The article examines cyber-attacks on Active Directory of Windows Server operating system and investigates possible ways to prevent and mitigate them.*

*Considering the popularity of Active Directory for building corporate networks, cyber criminals are highly interested in attacking it to disrupt its work or gain access to confidential information, and therefore, there is an increasing need for preventing and mitigating these attacks. The paper gives an overview of available publications on these issues. At the same time, the authors of the article emphasize the necessity of studying different types of attacks on Active Directory, in particular, new attacks, as well as the importance of being aware of versatile methods and tools for mitigating these attacks. The work studies and analyses the cyber-attacks on Active Directory, including Password Spraying, Pass-the-Hash, Golden Ticket and Silver Ticket Attacks, DNS Spoofing, attacks on group policy objects, DNS amplification, DCSync and SMB Relay attacks. The authors consider instruments available to cyber criminals and should be factored in by cybersecurity professionals while configuring and testing the defense of corporate networks based on Active Directory (Mimikatz, Bloodhound, Empire, CrackMapExec, Nmap, Metasploit, Responder, PowerUp, LaZagne). Through the analysis of different types of cyber-attacks and tools possibly exploited by intruders, the study determines general vulnerabilities of Active Directory, and corresponding attack vectors. In addition, possible strategies to mitigate the risks of successful attacks are considered, including implementing strong password policies, multi-factor authentication, least-privilege access control, software updates and security patches, and monitoring and suspicious activity detection. Consequently, the article provides information on the security risks associated with Active Directory and suggests practical advice for IT professionals who want to strengthen their defenses against cyber-attacks targeting this mission-critical system.*

**Key words:** vulnerabilities, cyber-attacks, Active Directory, attack tools, attacks prevention, risk reduction, mitigating the consequences of cyber-attacks.

### Постановка проблеми

Оскільки технології прогресують і організації все більше покладаються на цифрову інфраструктуру, безпека інформаційно-комунікаційних систем стає все більш важливою. Active Directory операційної системи Windows Server є критично важливим компонентом ІТ-інфраструктури багатьох організацій, забезпечуючи централізовану платформу для керування обліковими записами користувачів, груповими політиками та ресурсами комп'ютера. Однак із такою критичністю зростає ризик кібератак, оскільки зловмисники намагаються використовувати вразливості в AD, щоб отримати доступ до конфіденційної інформації або порушити роботу системи.

Враховуючи критичну роль AD в управлінні ІТ-інфраструктурою організації, важливо розуміти природу цих атак і методи, які можна використовувати для запобігання або їх пом'якшення. Тому аналіз кібератак на Active Directory є важливою областю дослідження для ІТ-фахівців та адміністраторів безпеки.

Цей аналіз може надати цінну інформацію про ризики, пов'язані з атаками AD, зокрема про тактику, методи та процедури, які використовують зловмисники. Це також може допомогти виявити слабкі місця в інфраструктурі AD організації та надати вказівки щодо заходів, які можна вжити для їх усунення. Розуміючи природу цих атак і застосовуючи належні заходи безпеки, організації можуть зменшити ризик стати мішенню кіберзлочинців і забезпечити безпеку та цілісність своєї ІТ-інфраструктури.

### Формулювання мети дослідження

Метою даної роботи є дослідження різних типів атак на Active Directory ОС Windows, інструментів, які можуть використовувати кіберзлочинці для їх проведення, методів запобігання та пропонування стратегій пом'якшення ризиків успішного проведення атак.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Під час проведення досліджень з даної теми було проаналізовано ряд публікацій, що стосуються атак на Active Directory. Зокрема, у статті Lukas Kotlaba, Simona Buchovecka та Robert Lorencz [1] основною темою є виявлення атаки Kerberoasting у середовищі Active Directory. Мета атаки полягає в тому, щоб отримати паролі облікових записів сервісів без потреби в будь-яких спеціальних правах доступу користувача чи ескалації привілеїв, що

робить її придатною для початкових фаз компрометації мережі та подальшого повороту для більш привілейованих облікових записів. Основною метою статті є обговорення можливостей моніторингу, налаштування правил виявлення, побудованих на основі вбудованих можливостей аудиту Active Directory, включаючи можливі способи мінімізації помилкових спрацьовувань.

У роботі Muthuraj S., Sethumadhavan M., Amritha P. P. та Santhya, R. [2] розглянуто виявлення відомих атак, спрямованих на служби домену з боку зловмисника за допомогою SIEM. Також запропоновано методи запобігання цим атакам. SIEM широко використовуються в багатьох організаціях аналітиками безпеки для моніторингу їхньої мережі за допомогою журналів подій. Правила виявлення були розроблені та реалізовані в Splunk. Оцінювання правил і атак були виконані у віртуальному середовищі.

Дослідження авторів Basem Ibrahim Mokhtar, Anca D. Jurcut, Mahmoud Said ElSayed та Marianne A. Azer [3] надає уявлення про критичність, вплив і виявлення атак Active Directory. У статті розглянуто різні атаки на Active Directory. Також представлено етапи атаки Active Directory і робочий процес автентифікації Kerberos, яким зловживають в більшості атак для компрометації середовища Active Directory. Крім того, проведено експерименти з двома атаками, які базуються на підвищенні привілеїв, щоб перевірити сигнатури атак у журналах подій Windows.

У статті Giuseppe Nebbione та Maria Carla Calzarossa [4] запропоновано методологічну структуру за допомогою штучного інтелекту, спрямовану на оцінювання того, є цільове середовище вразливим чи безпечним. Фреймворк заснований на комбінованому застосуванні методів на основі графів і машинного навчання. Компоненти цілі разом із їхніми вразливими місцями представлені графіками, аналіз яких ідентифікує шляхи атак, пов'язані з потенційними загрозами безпеці. Методи машинного навчання класифікують ці шляхи та забезпечують оцінювання безпеки цілі. Експериментальне оцінювання запропонованого фреймворку була проведена на 220 штучно створених середовищах Active Directory, половина з яких містила вразливості.

У роботі Charlie Clark [5] зазначено, що Microsoft Active Directory була представлена для вирішення безлічі мережевих проблем. Але відкритість і широке поширення також зробили її основною мішенню для кібератак. У цій статті розглядається одна конкретна вразливість і те, як вона демонструє ключову роль Active Directory і її потенціал як слабого місця у ваших мережах.

Ціль статті Vamidele Oni та Aboubakar Krelafiya [6] полягає в аналізі компонентів архітектури серверів та загроз безпеці, які можуть виникнути проти серверів Windows і Linux. Крім того, у статті наведено загальний опис контрзаходів, які можна застосувати для захисту від різних загроз і вразливостей в обох операційних системах.

У статті авторів Ільєнко А. В., Ільєнко С. С. та Куліш Т. [7] розглянуто проблеми забезпечення інформаційної безпеки операційної системи Windows та визначення перспективних методів забезпечення захисту. Також зроблено аналіз та проведено класифікацію сучасних вразливостей операційної системи та на прикладах наведено наслідки їх дії. Крім того, визначено основні підходи і методи щодо організації захисту операційної системи. Розглянуто стандартні підходи, а саме використання вбудованих засобів захисту програмного забезпечення, захист Active Directory, віртуалізація для стримування атак. В роботі показані власні приклади реалізації Blockchain для перевірки сертифікатів, враховуючи деякі із варіацій перевірок. Приклади реалізовано на Python 3.0.

В дослідженні Струкова В. М. та Гуділіна В. В. [8] були розглянуті деякі з актуальних можливих методів проведення атак на корпоративні інформаційні системи, які засновані на використанні служби каталогів Active Directory і метою яких є отримання прав адміністратора домену, а також було надано практичні рекомендації із захисту та детектування проаналізованих видів атак.

В роботі Юкальчук А. І., Загоруйко Л. В., та Мартянової Т. А. [9] наводиться приклад дослідження реалізації комп'ютерної атаки у типовій інформаційній інфраструктурі, яка вміщує корпоративну мережу з доменною архітектурою та автоматизовану систему управління технологічним процесом. Для розглянутого прикладу визначено оптимальні значення часових параметрів безпеки.

Під час аналізу публікацій, присвячених даній темі, було виявлено, що в них описано невелику кількість атак та не враховано нові типи атак. Крім того, розглянуті в цих дослідженнях методи та засоби захисту від цих атак є досить обмеженими. В даній статті, окрім аналізу атак на Active Directory, описано спеціалізовані інструменти, за допомогою яких зловмисники можуть успішно реалізовувати ці атаки. Знаючи про ці інструменти, адміністраторам безпеки буде значно легше захистити систему від вторгнень. Також у цій статті наведено методи та засоби, які можуть забезпечити високий рівень захисту системи чи значно зменшити ризик успішної реалізації таких атак.

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

Кібератаки на Active Directory (AD) можуть приймати різні форми, включаючи атаки на паролі, підвищення привілеїв і прослуховування мережного трафіку. Зловмисники часто використовують тактику соціальної інженерії, наприклад фішинг, щоб отримати доступ до облікових даних AD, які вони можуть використовувати для отримання доступу до мережі та конфіденційних ресурсів. Отримавши доступ, зловмисники можуть виконувати команди, встановлювати зловмисне програмне забезпечення та виконувати інші шкідливі дії, часто з метою викрадання конфіденційних даних або зриву бізнес-операцій. Розглянемо основні типи кібератак на Active Directory, які найчастіше проводяться зловмисниками.

«Розпилення» пароля (Password Spraying) є одним із найпоширеніших типів атак на Active Directory. Зловмисник намагається увійти в AD за допомогою списку часто використовуваних паролів, сподіваючись отримати доступ до одного або кількох облікових записів. Він може використовувати автоматизовані інструменти для перевірки великої кількості паролів зі списком імен користувачів. Отримавши доступ до облікового запису, зловмисники потенційно можуть викрасти конфіденційну інформацію або встановити зловмисне програмне забезпечення на скомпрометованій машині. Щоб запобігти атакам з «розпиленням» паролів, організації повинні заохочувати використання надійних паролів і впроваджувати політику блокування облікових записів, яка запобігає атакам підбору. Крім того, багатфакторна автентифікація може ускладнити зловмисникам отримання доступу до облікових записів, навіть якщо вони мають правильний пароль.

Іншим типом атаки, спрямованої на Active Directory, є передача хешу (Pass-the-Hash). У цьому типі атаки зловмисник викрадає хеш пароля облікового запису AD і використовує його для автентифікації користувача, не знаючи фактичного пароля. Цю атаку можна здійснити шляхом перехоплення мережевого трафіку, доступу до скомпрометованої машини або використання шкідливого програмного забезпечення. Коли зловмисник отримує доступ до облікового запису, він може видати себе за законного користувача та отримати доступ до конфіденційних ресурсів. Щоб запобігти атакам передачі хешу, організації повинні використовувати надійні алгоритми шифрування для захисту хешів паролів, наприклад шифрування Kerberos. Вони також повинні використовувати ізоляцію домену, щоб запобігти доступу зловмисників до інших машин у мережі після того, як вони скомпрометували одну машину.

Атака з «золотим квитком» (Golden Ticket Attack) – це тип атаки, у якому зловмисник отримує хеш пароля облікового запису KRBtgt і використовує його для створення підробленого квитка для видачі квитків (TGT), який може надати йому доступ до будь-якої служби в домені. Маючи Golden Ticket, зловмисник може отримати повний контроль над доменом і скомпрометувати будь-який сервіс. Атаки з Golden Ticket важко виявити, і їх можна здійснити, навіть якщо організація має потужні механізми автентифікації. Щоб запобігти атакам з Golden Ticket, організації повинні забезпечити безпеку своїх контролерів домену AD і захист облікових даних адміністратора. Вони також повинні стежити за діяльністю облікового запису KRBtgt і використовувати засоби контролю доступу з найменшими привілеями, щоб обмежити збитки, які може завдати зловмисник, якщо йому вдасться отримати Golden Ticket.

Атака зі «срібним квитком» (Silver Ticket Attack) – це тип атаки, у якій зловмисник створює підроблений TGT для певного облікового запису служби. За допомогою Silver Ticket зловмисник може отримати доступ до певних служб, не будучи виявленим. Цей тип атаки часто використовується зловмисниками, які вже скомпрометували мережу та хочуть зберегти доступ до певної служби чи ресурсу. Щоб запобігти атакам з Silver Ticket, необхідно використовувати надійні алгоритми шифрування для захисту облікових даних сервісного облікового запису, наприклад AES-256. Також потрібно використовувати засоби контролю доступу з найменшими привілеями.

Атака DCSync – це тип атаки, у якій зловмисник імітує контролер домену та запитує реплікацію даних облікового запису AD. Ці дані можуть містити конфіденційну інформацію, таку як паролі та хеші. Отримавши ці дані, зловмисник може використовувати їх для подальших атак на мережу. Щоб запобігти атакам DCSync, організації повинні використовувати безпечні протоколи зв'язку, такі як LDAP через SSL/TLS, щоб захистити конфіденційні дані AD під час передачі. Крім того, потрібно використовувати шифрування для захисту конфіденційних даних у стані зберігання, наприклад вмісту бази даних AD.

DNS-спуфінг (DNS Spoofing) – це тип атаки, під час якої зловмисник перенаправляє DNS-запити на підроблений сервер, що дозволяє йому перехоплювати трафік і потенційно отримувати доступ до конфіденційної інформації. У контексті Active Directory, підробка DNS може використовуватися для перенаправлення запитів автентифікації на підроблений сервер, дозволяючи зловмиснику перехоплювати облікові дані для входу. Для того, щоб запобігти атакам DNS-спуфінгу, слід запровадити безпечні протоколи DNS, наприклад DNSSEC, і регулярно перевіряти свої журнали DNS на наявність підозрілої активності.

Атаки на об'єкт групової політики (GPO). GPO є ключовою функцією Active Directory, яка використовується для керування налаштуваннями користувачів і комп'ютера. Зловмисники можуть використовувати вразливості в GPO, щоб отримати підвищені привілеї або встановити шкідливе програмне забезпечення на цільових машинах. Наприклад, зловмисник може змінити GPO, щоб встановити бекдор на всіх машинах у домені. Щоб запобігти атакам на GPO, організаціям слід регулярно переглядати налаштування своїх GPO та переконатися, що вони використовують найновіші рекомендації щодо безпеки від Microsoft. Також необхідно обмежити доступ до інструментів керування GPO довіреним адміністраторам і використовувати інструменти аудиту для моніторингу змін GPO.

Розширення DNS (DNS Amplification) – це тип атаки, під час якої зловмисник надсилає DNS-запит на сервер, підробляючи вихідну IP-адресу, щоб виглядати так, ніби запит надходить з комп'ютера легального користувача. Потім сервер відповідає набагато більшим пакетом, ніж початковий запит, переповнюючи машину легального користувача трафіком і потенційно викликаючи атаку на відмову в обслуговуванні (DoS). Щоб запобігти атакам

посилення DNS, необхідно впроваджувати такі заходи безпеки, як брандмауери та системи виявлення вторгнень, які можуть ідентифікувати та блокувати підроблені запити DNS. Крім того, необхідно налаштувати свої DNS-сервери, щоб відповідати лише на законні запити та обмежити розмір відповідей, щоб запобігти розширенню DNS.

SMB Relay – це тип атаки, яка використовує слабкість у протоколі SMB (Server Message Block), який використовується системами Windows для спільного використання файлів і принтерів. Атака працює шляхом перехоплення та передачі запитів автентифікації SMB між клієнтом і цільовим сервером. Зловмисник спочатку визначає цільову систему в мережі, яка вразлива до атак SMB Relay, потім перехоплює запити автентифікації SMB від інших систем у мережі. Далі зловмисник передає запит автентифікації на контролер домену в мережі для отримання облікових даних домену для користувача, який спочатку зробив запит на автентифікацію. Маючи доступ до облікових даних домену, зловмисник може виконувати різноманітні зловмисні дії в мережі, наприклад створювати нові облікові записи користувачів, підвищувати привілеї та отримувати доступ до конфіденційних даних. Щоб запобігти атакам SMB Relay на Active Directory, необхідно переконатися, що всі системи в мережі оновлені з останніми виправленнями безпеки. Крім того, потрібно запровадити сегментацію мережі та контроль доступу, щоб обмежити поширення атак. Також необхідно відстежувати мережевий трафік на наявність ознак атак SMB Relay, таких як численні запити автентифікації з однієї IP-адреси, та використовувати такі технології, як підписання SMB і шифрування SMB [10], [11].

Для проведення атак на Active Directory зловмисники можуть використовувати різноманітні інструменти. Далі розглянемо найпопулярніші з них.

Mimikatz – це інструмент, який дозволяє зловмиснику отримувати з пам'яті чисті текстові паролі, хеші та інші облікові дані автентифікації. Його також можна використовувати для підвищення привілеїв і виконання команд у скомпрометованій системі.

Bloodhound – інструмент, який допомагає визначити вразливості в середовищах Active Directory. Він відображає зв'язки між користувачами, групами, комп'ютерами та іншими ресурсами в межах домену, що допомагає зловмисникам визначити потенційні шляхи для проведення атаки.

Empire – це пост-експлуатаційний інструмент, який дозволяє зловмисникам контролювати скомпрометовані системи та виконувати різні дії, такі як: виконання команд, завантаження та завантаження файлів, а також перехід до інших систем.

CrackMapExec – це інструмент тестування на проникнення, який дозволяє зловмисникам перевіряти безпеку середовищ Active Directory, виконуючи різні атаки, такі як «розпилення» пароля, передача хешу та атаки Golden Ticket.

Nmap – це популярний інструмент відображення мережі та сканування портів, який можна використовувати для визначення відкритих портів і служб у системах у мережі. Його можна використовувати для прослуховування мережі, щоб зібрати інформацію про середовище Active Directory та виявити потенційні вразливості.

Metasploit – це фреймворк для тестування на проникнення, який включає низку інструментів для використання вразливостей у системах. Він містить модулі для атак на середовища Active Directory, такі як атака SMB relay, яка дозволяє зловмисникам перехоплювати та ретранслювати запити автентифікації SMB, щоб отримати доступ до системи жертви.

Responder – це інструмент, який можна використовувати для отримання облікових даних із систем у мережі. Він працює шляхом підробки мережевих служб і захоплення облікових даних, надісланих системами, які намагаються автентифікуватися за допомогою цих служб. Це можна використовувати для збору облікових даних для облікових записів Active Directory.

PowerUp – це сценарій PowerShell, який використовується для підвищення привілеїв у середовищах Windows. Він містить модулі для виявлення неправильно налаштованих ACL, пошуку шляхів обслуговування та виявлення інших уразливостей, які можна використати для отримання вищих привілеїв у Active Directory.

LaZagne – інструмент відновлення пароля, який можна використовувати для вилучення паролів, що зберігаються в системі. Він містить модулі для відновлення паролів, що зберігаються в різних програмах і службах, у тому числі тих, що використовуються Active Directory, наприклад у файлі NTDS.dit [12], [13].

Наслідки кібератак на Active Directory можуть бути серйозними. Успішна атака може призвести до витоку даних, крадіжки конфіденційної інформації та збоїв у роботі служби. Щоб пом'якшити наслідки кібератак на Active Directory, організації повинні мати плани реагування на інциденти, у яких описано кроки, які необхідно вжити в разі атаки. Також необхідно проводити регулярні перевірки безпеки та оцінки уразливостей, щоб виявити потенційні недоліки в інфраструктурі AD.

Профілактичні заходи включають впровадження політики надійних паролів, багатофакторну автентифікацію та контроль доступу з найменшими привілеями. Багатофакторна автентифікація (MFA) може допомогти захистити систему від крадіжки облікових даних, яка є поширеним вектором атак на Active Directory. Вимагаючи другий фактор, наприклад мобільний пристрій або біометричну автентифікацію, на додаток до пароля, MFA може значно збільшити складність компрометації облікових даних користувача. Для контролю доступу з найменшими

привілеями необхідно запровадити керування привілейованим доступом (РАМ). Також РАМ можна використувати для обмеження доступу до адміністративних облікових записів і моніторингу активності в цих облікових записах. Обмеживши доступ до привілейованих облікових записів, організації можуть зменшити ризик того, що ці облікові записи будуть скомпрометовані та використані для здійснення атак на Active Directory. Крім того, організації повинні регулярно виправляти та оновлювати свою інфраструктуру AD для усунення будь-яких відомих уразливостей. Також необхідно проводити регулярні тренінги з безпеки для співробітників, щоб ознайомити їх з ризиками кібератак та як їх уникнути.

Оновлення програмного забезпечення та виправлень безпеки має вагоме значення для пом'якшення атак Active Directory. Зловмисники часто використовують відомі вразливості в застарілому програмному забезпеченні чи системах, щоб отримати доступ до інфраструктури організації. Регулярно оновлюючи програмне забезпечення та виправлення безпеки, організації можуть закрити ці вразливості та запобігти використанню їх зловмисниками.

Можливості виявлення є важливими для ідентифікації та реагування на кібератаки на Active Directory. Організації повинні запроваджувати інструменти та методи моніторингу та виявлення підозрілої активності в інфраструктурі AD, наприклад аналіз журналів і виявлення аномалій. Аудит дозволяє організаціям відстежувати зміни, внесені в об'єкти Active Directory, такі як облікові записи користувачів, членство в групах і GPO. Також потрібно регулярно проводити тестування на проникнення, щоб виявити потенційні недоліки в інфраструктурі AD.

Плани реагування на інциденти мають вирішальне значення для мінімізації збитків, спричинених кібератаками на Active Directory. Організації повинні мати чітко визначені плани реагування на інциденти, які окреслюють кроки, яких необхідно вжити у випадку атаки. Ці плани повинні включати процедури стримування атаки, дослідження масштабів атаки та відновлення нормальної роботи [14], [15].

#### Висновки

Аналіз кібератак на Active Directory ОС Windows Server має вирішальне значення для організацій в плані підвищення рівня безпеки та захисту IT-інфраструктури від зловмисників. Кібератаки на Active Directory можуть мати серйозні наслідки, і організації повинні вжити належних заходів для пом'якшення цих ризиків. Першим кроком до зменшення ризиків атак на AD є розуміння природи цих атак і методів, які використовують зловмисники. Проводячи ретельний аналіз атак, які були здійснені на систему, організації можуть ідентифікувати загальні вразливості та шаблони поведінки зловмисників, що дозволяє їм вживати профілактичних заходів для запобігання майбутнім атакам. Крім того, адміністраторам безпеки організації важливо знати про інструменти, які можуть використовувати зловмисники при проведенні атак. Це дасть можливість значно знизити ризик їх успішної реалізації. Одним із ефективних методів захисту від атак на AD є впровадження багатфакторної автентифікації (MFA) для всіх облікових записів користувачів. MFA додає до AD додатковий рівень безпеки, вимагаючи від користувачів надання двох або більше форм автентифікації для доступу до ресурсів. Це може допомогти запобігти несанкціонованому доступу до AD і зменшити ризик викрадення облікових даних. Інший важливий аспект безпеки AD – це гарантія того, що всі системи та програмне забезпечення постійно оновлюються з останніми виправленнями безпеки. Багато атак на AD здійснюються з використанням відомих уразливостей у застарілому програмному забезпеченні, але, підтримуючи системи та програмне забезпечення в актуальному стані, організації можуть зменшити ризик реалізації цих атак. Організації також повинні регулярно відстежувати діяльність AD на наявність ознак підозрілої поведінки, як-от незвичайні спроби входу, невдалі спроби автентифікації або зміни дозволів користувача. Це може допомогти виявити та запобігти атакам до того, як вони завдадуть значної шкоди системі та організації в цілому. Крім того, важливо переконатися, що всі співробітники регулярно проходять навчання з питань безпеки, щоб допомогти їм розпізнавати та уникати атак соціальної інженерії, наприклад, таких як фішинг. Розповідаючи співробітникам про ризики, пов'язані з атаками на AD, і надаючи їм інструменти та знання для виявлення підозрілої поведінки та повідомлення про неї, організації можуть зменшити ризик успішних атак. Хоч атаки AD становлять значну загрозу для IT-інфраструктури організації, існують методи та засоби захисту, які організації можуть вжити, щоб зменшити ці ризики. Розуміючи природу цих атак і застосовуючи належні заходи безпеки, організації можуть зменшити ризик стати мішенню кіберзлочинців і забезпечити безпеку та цілісність своєї IT-інфраструктури.

#### Список використаної літератури

1. Kotlaba Lukas, Buchovecka Simona, Lorencz Robert. Active Directory Kerberoasting Attack: Monitoring and Detection Techniques. In *ICISSP*. 2020 p. 432-439. <https://doi.org/10.5220/0008955004320439>
2. Muthuraj S., Sethumadhavan M., Amritha P. P., Santhya, R. Detection and prevention of attacks on active directory using SIEM. In *Information and Communication Technology for Intelligent Systems: Proceedings of ICTIS 2020, Volume 2*. Springer Singapore, 2021. p. 533-541. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-7062-9\\_53](https://doi.org/10.1007/978-981-15-7062-9_53)
3. Mokhtar Basem Ibrahim, Jurcut Anca D., ElSayed Mahmoud Said, Azer Marianne A. Active Directory Attacks – Steps, Types, and Signatures. *Electronics*, 2022, 11(16): 2629. <https://doi.org/10.3390/electronics11162629>

4. Nebbione Giuseppe, Calzarossa Maria Carla. A Methodological Framework for AI-Assisted Security Assessments of Active Directory Environments. *IEEE Access*, 2023, 11: 15119-15130. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3244490>
5. Clark Charlie. Analysis of a new AD vulnerability. *Network Security*, 2022, 2022.12. [https://doi.org/10.12968/S1353-4858\(22\)70069-4](https://doi.org/10.12968/S1353-4858(22)70069-4)
6. Oni Bamidele, Kpelafiya Aboubakar. Windows Active Directory vs. Linux Directory Services, 2023.
7. Ільєнко А.В., Ільєнко С., Куліш Т. Перспективні методи захисту операційної системи Windows. Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка», 2020, 4(8). С. 124-134.
8. Струков В. М., Гуділін, В. В. Захист від атак підвищення привілеїв в корпоративних інформаційних системах. Протидія кіберзлочинності та торгівлі людьми: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф.(м. Харків, 18 трав. 2021 р.). Харків: ХНУВС, 2021. С. 79-82.
9. Юкальчук, А. І., Загоруйко, Л. В., & Мартьянова, Т. А. Моделювання арт-атак, що експлуатують вразливість Zerologon. *Прикладні аспекти сучасних міждисциплінарних досліджень*, 2022. С. 231-234.
10. Philip Robinson. Top 10 Active Directory Attack Methods. URL: <https://www.lepide.com/blog/top-10-active-directory-attack-methods/>
11. Jason Morano. The anatomy of Active Directory attacks. URL: <https://blog.quest.com/the-anatomy-of-active-directory-attacks/>
12. Carlos Polop. Hack Tricks. Active Directory Methodology. URL: <https://book.hacktricks.xyz/windows-hardening/active-directory-methodology>
13. Darren Mar-Elia Attacking Active Directory: Tools and Techniques for Using your AD Against You. URL: <https://www.semperis.com/blog/tools-attacking-active-directory/>
14. Microsoft. Windows Server. Active Directory Domain Services. Security principals. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows-server/identity/ad-ds/manage/understand-security-principals>
15. Active Directory Security. URL: <https://www.quest.com/solutions/active-directory/active-directory-security.aspx>

#### References

1. Kotlaba, L., Buchovecká, S., & Lórencz, R. (2020). Active Directory Kerberoasting Attack: Monitoring and Detection Techniques. In *ICISSP* (pp. 432-439). <https://doi.org/10.5220/0008955004320439>
2. Muthuraj, S., Sethumadhavan, M., Amritha, P. P., & Santhya, R. (2021). Detection and prevention of attacks on active directory using SIEM. In *Information and Communication Technology for Intelligent Systems: Proceedings of ICTIS 2020, Volume 2* (pp. 533-541). Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-7062-9\\_53](https://doi.org/10.1007/978-981-15-7062-9_53)
3. Mokhtar, B. I., Jurcut, A. D., ElSayed, M. S., & Azer, M. A. (2022). Active Directory Attacks—Steps, Types, and Signatures. *Electronics*, 11(16), 2629. <https://doi.org/10.3390/electronics11162629>
4. Nebbione, G., & Calzarossa, M. C. (2023). A Methodological Framework for AI-Assisted Security Assessments of Active Directory Environments. *IEEE Access*, 11, 15119-15130. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3244490>
5. Clark, C. (2022). Analysis of a new AD vulnerability. *Network Security*, 2022(12). [https://doi.org/10.12968/S1353-4858\(22\)70069-4](https://doi.org/10.12968/S1353-4858(22)70069-4)
6. Oni, B., & Kpelafiya, A. (2023) Windows Active Directory vs. Linux Directory Services, 2023.
7. Ільєнко, А., Ільєнко, С., & Куліш, Т. (2020). Promising methods of protecting the Windows operating system. Electronic professional scientific publication "Cybersecurity: education, science, technology", 4(8), 124-134. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2020.8.124134>. [in Ukrainian].
8. Strukov, V. M., & Gudilin, V. V. (2021). Protection against privilege escalation attacks in corporate information systems. Combating cybercrime and human trafficking: coll. materials of the International science and practice conference (Kharkov, May 18, 2021). – Kharkiv: KhNUVS, 2021. – P. 79-82. [in Ukrainian].
9. Yukalchuk, A. I., Zagoruyko, L. V., & Martyanova, T. A. (2022). Simulating apt-attacks exploiting the Zerologon vulnerability. Applied aspects of modern interdisciplinary research, 231-234. [in Ukrainian].
10. Philip Robinson. (2022). Top 10 Active Directory Attack Methods. Retrieved from: <https://www.lepide.com/blog/top-10-active-directory-attack-methods/>
11. Jason Morano. (2022). The anatomy of Active Directory attacks. Retrieved from: <https://blog.quest.com/the-anatomy-of-active-directory-attacks/>
12. Carlos Polop. Hack Tricks. Active Directory Methodology. Retrieved from: <https://book.hacktricks.xyz/windows-hardening/active-directory-methodology>
13. Darren Mar-Elia. (2017). Attacking Active Directory: Tools and Techniques for Using your AD Against You. Retrieved from: <https://www.semperis.com/blog/tools-attacking-active-directory/>
14. Microsoft. Windows Server. Active Directory Domain Services. (2022). Security principals. Retrieved from: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows-server/identity/ad-ds/manage/understand-security-principals>
15. Active Directory Security. Retrieved from: <https://www.quest.com/solutions/active-directory/active-directory-security.aspx>

М. В. ДОНЧЕНКО

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри інтелектуальних інформаційних систем  
Чорноморський національний університет імені Петра Могили  
ORCID: 0000-0002-4084-3112

## ВРАХУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ПРИ ОЦІНЦІ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ

В цій роботі розглядається можливість оцінки безпеки складних технічних систем за параметрами їх надійності. Надійність і безпека системи є дві визначальні оцінки якості системи, але характеризують її по-різному. Надійність характеризує її з точки зору можливості виконання нею своїх функцій в заданих умовах. В той же час безпека – можливість існування або цілісності і системи, і людей, і довкілля навколо неї. При цьому вони логічно пов'язані – фактори, які приводять до ненадійності, можуть бути причиною до появи небезпечних ситуацій. Враховуючи те, що питання оцінки надійності достатньо детально розроблене і широко використовується, в той час, як оцінка безпеки, в силу складності і проблемності недостатньо розроблена, використання додаткової інформації дозволило б, в якійсь мірі, частково розкрити цю проблему. Враховуючи те, що питання оцінки надійності виконується при проектуванні або при експлуатації систем, а оцінка інших параметрів не складе надто великих складнощів, таку оцінку безпеки можна вважати, в певній мірі, реальною.

Крім того, аварійна ситуація може виникати при сукупності певних несприятливих умов, в яких відмова системи може послабити її або спровокувати певні деструктивні процеси, які можуть привести до аварійної ситуації. Наприклад, втрата ходу судна чи відмова гальм автомобіля. Тому запропонована оцінка безпеки може бути використана для систем, для яких відмова може привести до критичної ситуації в певних умовах. В таких випадках, ще на стадії проектування намагаються підвищити надійність системи або її стійкість у несприятливих умовах чи конструктивно формують захист системи від можливих деструктивних змін. Введення систем захисту системи від деструктивних змін надає можливість їх зменшити або навіть не допущення таких змін, захистити людей і довкілля від негативного впливу аварій.

Запропонований метод може бути використаний для оцінки безпеки і розробки заходів для її підвищення, а також для створення систем захисту самої системи, людей і довкілля.

**Ключові слова:** надійність, безпека, відмова, загроза, аварійна ситуація, оцінка безпеки.

M. V. DONCHENKO

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Intelligent Information Systems  
Petro Mohyla Black Sea National University  
ORCID: 0000-0002-4084-3112

## RELIABILITY ACCOUNTING IN SYSTEM SAFETY ASSESSMENT

The work considers possibility of assessing the complex technical systems safety according to their reliability characteristics. Reliability and the system security are two defining assessments of the system quality, but they characterize it in different ways. Reliability characterizes it in terms of its ability to perform its functions under given conditions. At the same time, security is the possibility of existence or integrity of both the system, and the people, and the environment around it. However, they are logically connected – factors that lead to unreliability can be the cause of dangerous situations. Considering that the issue of assessment reliability has been developed in sufficient detail and is widely used, while safety assessment has not been sufficiently developed due to its complexity and problematic nature, the use of additional information would allow to some extent reveal partially this problem. Taking into account the fact that the issue of reliability assessment is carried out during the design or operation of systems, and the assessment of other parameters will not be too difficult, such an assessment of safety can be considered, to a certain extent, real.

In addition, an emergency situation can occur with a combination of certain unfavorable conditions, in which the failure of the system can weaken it or provoke certain destructive processes that can lead to an emergency situation. For example, the loss of the ship's speed or the failure of the car's brakes. Therefore, the proposed security assessment can be used for systems for which a failure may lead to a critical situation under certain conditions.

In such cases, even at the design stage, they try to increase the reliability of the system or its stability in adverse conditions or constructively form the protection of the system against possible destructive changes. The introduction of system protection systems against destructive changes provides an opportunity to reduce them or even prevent such changes, protect people and the environment from the negative impact of accidents.

The proposed method can be used to assess safety and develop measures to increase it, as well as to create systems to protect the system itself, people and the environment.

**Key words:** reliability, safety, failure, threat, emergency situation, safety assessment.

### Вступ

Серед багатьох оцінок якості систем є дві базові – надійність і безпека. Ці дві оцінки мають багато спільного і, при цьому, можуть суттєво відрізнятись. В обох напрямках проведено багато досліджень. Наведемо їхні визначення. «**Надійність системи** – це її здатність до безвідмовної роботи протягом заданого проміжку часу у визначених умовах» [5]. «**Безпека** – це такі умови, в яких перебуває складна система, коли дія зовнішніх факторів і внутрішніх чинників не призводить до процесів, що вважаються негативними по відношенню до даної складної системи у відповідності до наявних, на даному етапі, потреб, знань та уявлень» (Вікіпедія). При всьому тому, що безпеці присвячено дуже багато розробок, питання оцінки безпеки ще до кінця не вирішене і це не тому, що воно не важливе. Скоріше, навпаки, але тут слід визнати специфіку і складність отримання такої оцінки в силу багатofакторності впливів, які приводять до негативних ситуацій (їх частіше називають: аварійними ситуаціями (АС)) [4]. Якщо методи оцінки надійності детально розроблені і вже багато років використовуються [5], то відносно безпеки таких глибоких напрацювань, на жаль, не знайдено.

### Постановка проблеми і формулювання мети

Дане дослідження має на меті поєднати ці дві важливі категорії якості, визначити їх взаємний «вплив» і отримати можливість, в якій мірі, оцінки безпеки через надійність.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Як уже було відмічено вище, ці характеристики оцінюють властивості системи, як би в одному напрямку, але з різних точок зору. Обидві характеризують функціонування системи і його припинення, але там де появляється відмова – надійність припиняється, а небезпека тільки розвивається. Надійність характеризується «появами відмов», точніше їх «не появою». Відмова – це неможливість нормального функціонування в заданих умовах. А безпека – це відсутність АС в реальних умовах. Точніше – це відсутність негативного впливу на життя і здоров'я людей, деструктивного впливу на саму систему і на довкілля. Розглянемо ці характеристики детальніше.

Фактично, відмова – це ситуація, в якій система не може нормально функціонувати в заданих умовах. Ця подія може виникнути в результаті накопичення негативних змін в самій системі (старіння, знос і т.п.). Цей процес базується на фізичних процесах змін в матеріалах деталей системи (старіння) чи змін геометрії механічних з'єднань між елементами системи (знос). Ці процеси досить складні, але існує достатньо великий об'єм досліджень у цьому напрямку, що надає можливість прогнозувати, з певною ймовірністю, появу критичних змін, які можуть привести до відмови. Відмови, які появляються в результаті таких змін називають поступовими [5]. Інший вид відмов – це відмови, які виникають в результаті випадкової появи зовнішніх екстремальних впливів на систему, що, в результаті, може привести до деструктивних змін в конструкції системи і неможливості нормального функціонування і, навіть, до АС. Появу таких впливів досить складно спрогнозувати, тому ймовірність їх появи визначають на основі статистичних даних експлуатації системи чи спеціальних випробувань.

Що стосується безпеки, то тут все набагато складніше. В нашому дослідженні ми будемо розглядати тільки ті системи, для яких характерна можливість появи АС після відмови системи. Безпека забезпечується відсутністю загроз для людей, самої системи і довкілля. В залежності від призначення системи, її конструктивних особливостей і умов використання можна виділити загрози і напрямки їх можливого впливу та рівня негативних змін при появі відмови, яка:

- може привести до деструктивних змін в самій системі;
- провокує до негативних змін оточуючих систем;
- може бути небезпечною для операторів і людей навколо;
- може привести до катастрофічних змін в системі і довкіллі.

Звичайно, така градація достатньо умовна, але визначення негативних впливів ставить вимоги як до проектування системи, та і до оцінки її безпеки.

За аналогією з надійністю оцінку безпеки зручніше виконувати за явною появою небезпечних подій (або АС). Властивість же надійності системи втрачається при появі такої відмови. Поява відмови може бути причиною появи негативних впливів на людей, довкілля і на саму систему. Наприклад, втрата ходу судна чи відмова гальм у автомобіля. В нашому випадку, відмова стає очевидною загрозою як цілісності системи, так і для здоров'я і життя людей та негативних змін довкілля. Тому, маючи параметри надійності (ймовірність відмови), можна говорити, що є передумови появи АС.

Розглянемо події:

А – відмова не настала;

Б – поява відмови;

В – настала АС;

С – АС не настала.

Для нашого випадку, події А і С не розглядаються, оскільки на безпеку не впливають. Подія Б розглядається при умові, що вона передуює події В. Тоді, події Б і В несумісні тому, що спочатку появляється подія Б,

а потім В. Більше того, подія В залежна від того, чи появилася подія Б. Подія Б не залежить від події В тому, що при появі події В розгляд появи події Б втрачає смисл.

Тоді подія появи АС може настати у випадку відмови і настання аварійної ситуації в результаті її появи. Оскільки ці події взаємопов'язані і часовий проміжок між ними практично нульовий, то можна говорити про спільну появу обох подій.

$$N=BB,$$

Якщо перейти до ймовірностей появи подій, то ми отримаємо:

$$P(N)=P(B)*P(B/B),$$

де  $P(B) = Q(t)$  – ймовірність появи відмови системи, яка може привести до АС;

$P(B/B)$  – ймовірність настання аварійної ситуації в результаті відмови системи.

Настання АС край небажана подія і, як правило, вона фіксується. За статистикою АС маємо можливість отримати розподілення щільності ймовірності і ймовірності настання АС. Маючи розподіл ймовірності відмови системи нескладно отримати ймовірність появи АС.

$$N(t)=Q(t)*P_{AC}(t).$$

Відповідно, для оцінки безпеки зручніше мати ймовірність протилежної події – ймовірність не настання АС  $S(t)$ :

$$S(t)=1-N(t)=1-[Q(t)*P_{AC}(t)].$$

Оскільки настання АС пов'язано в великими втратами в, тому числі, і серед людей, ведуться серйозні дослідження в напрямку зменшення чи обмеження ризику появи АС. Це – цілеспрямоване проектування, організація експлуатації, врахування «людського фактору», удосконалення систем захисту.

Сучасні САПР дозволяють значно підвищити ефективність проектування з метою покращення показників надійності, зменшення можливості появи загроз АС, введення конструктивного, експлуатаційних і організаційних систем захисту від можливих загроз та врахування «людського фактору».

Крім цього, існують умови, які сприяють чи провокують появу АС. Вони можуть бути як зовнішні, так і внутрішні. Врахування таких умов дозволить точніше оцінювати рівень безпеки і направляти дослідження та проектування на зменшення рівня їх впливу. Очевидно, щоб настала АС необхідно спільне настання відмови, можливості настання АС і умов для її появи.

$$S(t)=1-N(t)=1-[Q(t)*P_{AC}(t)*U(t)],$$

де  $U(t)$  – ймовірність появи сприятливих умов для настання АС.

Логічно було б врахувати і ефективність систем захисту, якщо вони є. В цьому випадку нас цікавить ймовірність зниження можливості настання АС системами захисту  $\{Z(t)=0\}$  – захисту немає чи не спрацював;  $\{Z(t)=1\}$  – повний захист. Тоді для спільного настання перерахованих подій формула прийме вигляд:

$$1-N(t)=1-\{Q(t)*P_{AC}(t)*U(t)*[1-Z(t)]\},$$

де  $1-Z(t)$  – ймовірність зниження загрози АС при наявності систем захисту.

Функцію розподілу ймовірності не спрацювання систем захисту можна отримати за експериментальними дослідженнями або шляхом імітаційного моделювання. Розподіл отримати буде достатньо складно і дорого, а коефіцієнт врахування систем захисту отримати реально.

#### Висновки

Запропонована можливість оцінки безпеки систем за показниками її надійності, умов експлуатації і наявності систем захисту. Метод може бути корисним при проектуванні і аналізі безпеки складних систем.

#### Список використаної літератури

1. Донченко М. В., Казарезов А. Я. Підвищення безпеки суден на базі геоінформаційних систем. Наукові праці : наук. журн. Вип. 295. Т. 307. Комп'ютерні технології. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. П. Могили, 2017. С. 36-41.
2. Донченко М. В., Казарезов А. Я. Використання геоінформаційних систем для раннього виявлення надзвичайних ситуацій. Наукові праці : наук. журн. Вип. 308. Т. 320. Комп'ютерні технології. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. П. Могили, 2018. С. 31-37.
3. Mukhailo Donchenko SAFETY ASSESSMENT OF EMERGENCY SYSTEMS: SCIENTIFIC JOURNAL OF POLONIA UNIVERSITY, #53, 2022. С. 225-230.
4. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення

5. Сухенко Ю.Г., Литвиненко О.А., Сухенко В.Ю. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв: Підручник. К.: НУХТ, 2010. С. 424.

#### References

1. Donchenko M. V., Kazariezov A. Ya. (2017) *Pidvyshchennia bezpeky suden na bazi heoinformatsiinykh system* [Ships safety improving based on the geographic information systems]. *Naukovi pratsi* [Scientific studies] (scientific journal), vol. 295, no. 307, pp. 36-41. Mykolaiv: BNU named after Petro Mohyla publication.

2. Donchenko M. V., Kazariezov A. Ya. (2018) *Vykorystannia heoinformatsiinykh system dlia rannoho vyivlennia nadzvychainykh situatsii* [Use of geographic information systems for early detection of emergencies]. *Naukovi pratsi* [Scientific studies] (scientific journal), vol. 308, no. 320 *Kompiuterni tekhnologii*, pp. 31-37. Mykolaiv: BNU named after Petro Mohyla publication.

3. Donchenko, M. (2022). *Safety assessment of emergency systems*. Scientific Journal of Polonia University, no. 53, pp. 225-230.

4. DSTU 2860-94 (1994). *Nadiinist tekhniki. Terminy ta vyznachennia* [Reliability of equipment. Terms and definitions]

5. Sukhenko, Yu. H., Lytvynenko, O. A., & Sukhenko, V. Yu. (2010). *Nadiinist i dovhovichnist ustatkuvannia kharchovykh i pererobnykh vyrobnytstv: Pidruchnyk* [Reliability and durability of equipment for food and processing industries: Textbook]. K: NUHT, p. 424.

Б. О. ЄРОХІН

студент

Харківський національний університет радіоелектроніки  
ORCID: 0009-0001-3224-550X

М. О. ВОЛК

доктор технічних наук, професор,

професор кафедри електронних обчислювальних машин  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
ORCID: 0000-0003-4229-9904

## ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО СТЕКУ РОЗРОБКИ ПРИВАТНОЇ ХМАРНОЇ СИСТЕМИ ПАРАЛЕЛЬНОГО ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

Дана наукова стаття присвячена вибору технологічного стеку розробки приватної хмарної системи паралельного збору та обробки інформації. Було проаналізовано наявні системи збору та обробки інформації з погодних датчиків і виявлено, що слабкою стороною всіх централізованих систем є їхня пропускна здатність. У роботі досліджено низку технологій, що використовуються у розробці хмарних систем збору та обробки інформації, зокрема Microsoft Hyper-V, PostgreSQL, MySQL, Golang, Java, Python, C++, Node.js та розглянуто їх переваги та недоліки. Також проаналізовано основні вимоги до хмарної системи паралельного збору та обробки інформації, такі як масштабованість, невелика вартість, продуктивність, а також легкість підтримки такої системи. На основі проведеного аналізу запропоновано оптимальний технологічний стек для розробки хмарної системи, що відповідає вимогам та забезпечує ефективну роботу системи, а саме систему апаратної віртуалізації Microsoft Hyper-V, через те що вона є вбудованою в усі останні версії Windows Server, а також через підтримку всіх популярних операційних систем в ролі гостьових ОС, систему управління базами даних PostgreSQL, через її високу продуктивність та безкоштовність, що є гарним показником для розробки систем для компаній у яких не великий бюджет для розгортання таких систем, як мову програмування серверу було обрано Golang, як мову в якій є дуже потужні вбудовані інструменти паралелізму, які дозволяють легко розробляти системи, які підтримують роботу не тільки з багатьма потоками, а навіть із декількома ядрами, а також через її досить простий синтаксис, що дозволяє підтримувати таку систему, навіть спеціалістам, які мають не дуже великий досвід роботи з цією мовою програмування. Результати дослідження можуть бути корисними для розробників приватних хмарних систем і не тільки, а також для інженерів в області паралельного збору та обробки інформації.

**Ключові слова:** приватна хмарна система, Golang, Microsoft Hyper-V, PostgreSQL, MySQL, Java, Python, C++, Node.js збір та обробка інформації, паралелізм, СУБД, апаратна віртуалізація.

B. O. YEROKHIN

Student

Kharkiv National University of Radio Electronics  
ORCID: 0009-0001-3224-550X

M. O. VOLK

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Professor at the Department of Electronic Computers  
Kharkiv National University of Radio Electronics  
ORCID: 0000-0003-4229-9904

## THE CHOICE OF THE TECHNOLOGICAL STACK IN THE DEVELOPMENT OF A PRIVATE CLOUD SYSTEM FOR PARALLEL COLLECTION AND PROCESSING OF INFORMATION

This scientific article is devoted to the choice of the technological stack for the development of a private cloud system for parallel collection and processing of information. The existing systems for collecting and processing information from weather sensors were analyzed and it was found that the weakness of all centralized systems is their throughput. The paper investigates a few technologies used in the development of cloud systems for collecting and processing information, in particular Microsoft Hyper-V, PostgreSQL, MySQL, Golang, Java, Python, C++, Node.js and considers their advantages and disadvantages. The basic requirements for the cloud system of parallel information collection and processing, such as scalability, low cost, performance, as well as ease of maintaining such a system. Based on the analysis, an optimal technological stack for the development of a cloud system that meets the requirements and ensures efficient operation of

*the system, namely the Microsoft Hyper-V hardware virtualization system, has been proposed, since it is built into all the latest versions of Windows Server, as well as support for all popular operating systems as guest OSes, the PostgreSQL database management system, due to its high performance and freeness, which is a good indicator for developing systems for companies that do not have a large budget to deploy systems such as the server programming language Golang has been chosen, as a language that has very powerful built-in parallelism tools that make it easy to develop systems that support working not only with many threads, but even with multiple cores, and also because of its fairly simple syntax that allows you to support such a system, even for specialists who do not have much experience with this programming language. The results of the research may be useful for developers of private cloud systems and not only, as well as for engineers in the field of parallel information collection and processing.*

**Key words:** private cloud system, Golang, Microsoft Hyper-V, PostgreSQL, MySQL, Java, Python, C++, Node.js information acquisition and processing, parallelism, DBMS, hardware virtualization.

### Постановка проблеми

Значення хмарних систем паралельного збору та обробки інформації в сучасному світі з кожним днем набирають популярність. Такі системи використовуються всюди, починаючи від моніторингу стану якогось обладнання на підприємстві і закінчуючи системами інформаційної підтримки та ситуаційної обізнаності на полі бою. Хмарні системи паралельного збору та обробки інформації з метеорологічних датчиків не є винятком.

Збір інформації з метеорологічних датчиків – це важлива задача, яка вимагає надійної і ефективної системи збору даних. Нижче наведено огляд кількох існуючих систем збору інформації з метеорологічних датчиків:

- Система збору даних з метеорологічних датчиків Davis Instruments [1] Система Davis Instruments є однією з найпопулярніших і надійних систем збору даних з метеорологічних датчиків. Вона включає в себе бездротові сенсори, що вимірюють температуру, вологість, швидкість вітру, напрямок вітру, опади, сонячну радіацію та інші показники, а також спеціальний приймач, що збирає дані в режимі реального часу.

- Система збору даних з метеорологічних датчиків Vaisala [2].

- Система збору даних з метеорологічних датчиків Vaisala використовується для моніторингу метеорологічних умов в різних відкритих просторах. Система включає в себе бездротові сенсори, що вимірюють температуру, вологість, швидкість вітру, напрямок вітру, тиск та опади, а також цифровий приймач, що збирає дані в режимі реального часу.

- Система збору даних з метеорологічних датчиків Campbell Scientific Система збору даних з метеорологічних датчиків Campbell scientific [3] є однією з найбільш розповсюджених систем збору даних галузі метеорології. Вона включає в себе бездротові та провідні сенсори, що вимірюють температуру, вологість, швидкість вітру, напрямок вітру, тиск та опади, а також інші параметри, такі як рівень води, рівень снігу, сонячна радіація та інші. Система включає в себе спеціальне програмне забезпечення, яке забезпечує збір даних, аналіз та візуалізацію результатів в режимі реального часу.

Кожна з цих систем має свої переваги та недоліки, і вибір конкретної системи залежить від потреб користувача. Однак, загалом, всі ці системи мають спільну мету – забезпечити точні та актуальні метеорологічні дані для користувачів. Вибір системи може залежати від таких чинників, як вартість, точність, розмір та зручність встановлення датчиків, доступність сервісів метеорологічних даних та інші. Важливо зазначити, що збір та аналіз метеорологічних даних може бути корисним для різних галузей, таких як сільське господарство, енергетика, транспорт, будівництво та інші.

Хмарні системи в останні десятиліття розвиваються з небаженою швидкістю, з кожним роком вони стають все більш високонавантаженими. Такі системи вже давно об'єднують в хмарні кластери задля розподілення задач, щоб збільшити їхню продуктивність. Це і було одною з причин чому компанія Google розробила мову Golang[4], адже всі існуючі на той час мови, хоча і були достатньо продуктивними (наприклад, C++), але в жодній з мов не було вбудованого інструментарію для паралельної роботи з декількома потоками чи навіть ядрами процесору. Саме через це, у 2009 році Google показала світу нову мову програмування з неймовірно продуктивною реалізацією паралелізму за допомогою горутин (goroutine), які через свої невеликі розміри (лише 4 Кб на одну горутину) дають змогу навіть на середньо продуктивних серверах працювати з декількома тисячами паралельних «потоків». Саме через таку популярність хмарних систем зрозуміло, що саме на «хмарах» треба будувати системи паралельного збору та обробки інформації.

У більшості продуктів для збору та обробки інформації такий принцип роботи: дані з датчика відправляються на сервер, який записує їх в базу даних, далі сторонні програми обробляють отриману інформацію. Проте, вагомий недолік в такій роботі – при збільшенні кількості датчиків, які має обслуговувати сервер, лінійно збільшується необхідна мінімальна потужність серверного обладнання і, відповідно, вартість обслуговування, що призводить до зменшення конкурентоспроможності.

Основними недоліками такого підходу є наявність обмеження в кількості конкурентних підключень до бази даних та необхідність у великій кількості серверів, які мають обслуговувати усі підключення.

**Формулювання мети дослідження**

Мета даної роботи полягає у аналізі та обґрунтуванні вибору технологій для роботи з хмарними системами паралельного збору та обробки інформації та розробки рекомендації щодо впровадження тієї чи іншої технології в сис-тему для забезпечення більшої продуктивності програмного забезпечення ви-соконавантажених систем збору та обробки інформації. Не менш важливою метою є розробка такої система, яка давала б змогу використо-вувати її не тільки компаніям з великими матеріальними ресурсами, а й тим організаціям, які тільки починають свій розвиток у сфері хмарних систем збору та обробки інформації з метеорологічних датчиків, тому однією з цілей було обрати такий технологічний стек проекту, який вимагав би найменшу кількість капіталов-кладень для її розгортання.

**Виклад основного матеріалу дослідження**

Хмарна системи паралельного збору та обробки інформації буде складатися з трох віртуальних машин, а саме:

- Віртуальна машина на якій буде розміщено програму емулятор передачі даних. Ця машина буде використо-вуватися для того що генерувати показання температурних датчиків, щоб потім з цих даних було сформовано JSON запит на сервер обробки.
- Віртуальна машина на якій буде розміщено REST API сервер. Ця машина буде використовуватися збору даних з усіх температурних датчиків і подальшу обробку цих даних, наприклад, передача в потрібну базу даних організації, яка буде використовувати цю систему.
- Віртуальна машина на якій буде розгорнуто базу даних. Ця машина буде використовуватися для зберігання даних.

Всі три віртуальні машини можуть бути налаштовані для роботи в приватній хмарі або гібридна хмара.

В цілому система хмарних обчислень, що складається з трьох віртуальних машин, дозволяє ефективно управ-ляти ресурсами, підвищувати гнучкість і масштабованість системи, а також підвищувати безпеку і надійність обчислювальних процесів.

Оскільки система збору та обробки інформації повинна бути доступна всім, та забезпечувати високу про-пускну здатність було запропоновано про-аналізувати дві популярні, реляційні [4] та безкоштовні СУБД, а саме PostgreSQL та MySQL.

PostgreSQL і MySQL – це дві популярні системи управління базами да-них, які використовуються в багатьох додатках. Обидві системи мають свої

переваги та недоліки, проте PostgreSQL має кілька ключових переваг порів-няно з MySQL, це видно в таблиці 1 [5, 6]:

Таблиця 1

**Порівняння СУБД PostgreSQL та MySQL за деякими чинниками**

Чинник	PostgreSQL	MySQL
Архітектура	Об'єктно-реляційні; багатопроцесний	Реляційних; Єдиний процес
Підтримувані типи даних	Numeric, Date/time, Character, JSON, Boolean, Enumerated, XML, Geometric, Arrays, Ranges, Мережева адреса, HSTOREComposite	Numeric, Date/time, Character, JSON, Spatial
Підтримувані індекси	B-tree, Hash, GiST, SP-GiST, GIN, BRIN	B-tree, Hash, R-tree, Інвертовані індекси
Безпека	Добре справляється з великою кількістю читань і записів	Добре обробляє велику кількість зчитувань
Продуктивність	Керування доступом Кілька зашифрованих параметрів	Керування доступом Зашифровані параметри
Технічна підтримка	Підтримка спільноти Платна підтримка від певних постачальників	Підтримка спільноти Платна підтримка від певних постачальників

Крім цього, PostgreSQL має більш високий рівень безпеки та підтримку ACID-властивостей (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability), що забезпе-чує стійкість та надійність бази даних. Однак, MySQL має менші вимоги до ресурсів та може працювати швидше на менших серверах.

Загалом, обидві системи мають свої переваги та недоліки, і вибір між ними залежить від конкретних потреб користувача та його проекту. Однак, для більш складних проектів з великими обсягами даних та потребою в висо-кій безпеці та надійності, PostgreSQL може бути кращим вибором.

Зважаючи на те, що кожна з мов має свої переваги та недоліки, наведемо декілька загальних переваг та недо-ліків кожної мови у вигляді таблиці для по-рівняння.

Зважаючи на те, що кожна з мов має свої переваги та недоліки, наведемо декілька загальних переваг та недо-ліків кожної мови у вигляді таблиці 2 для порівняння.

Таблиця 2

## Переваги та недоліки найбільш популярних мов програмування веб-серверів

Мова програмування	Переваги	Недоліки
Go	Ефективне використання пам'яті, вбудована підтримка багатопоточності та конкурентності, простий та лаконічний синтаксис, швидкий час виконання	Обмежена кількість бібліотек порівняно з іншими мовами
Java	Багата екосистема бібліотек та фреймворків, висока переносимість, гарна підтримка об'єктно-орієнтованого програмування	Високі вимоги до ресурсів, повільний час запуску
Python	Простий та легкий синтаксис, багата екосистема бібліотек та фреймворків, висока продуктивність в області науки даних	Повільніший час виконання порівняно з іншими мовами, не ефективне використання пам'яті
C++	Висока продуктивність та ефективне використання пам'яті, багата екосистема бібліотек та фреймворків, гнучка підтримка об'єктно-орієнтованого та процедурного програмування	Складний синтаксис, більш складна розробка порівняно з іншими мовами
Node.js	Висока швидкість та продуктивність, підтримка асинхронного програмування, багата екосистема бібліотек та фреймворків	Не підходить для багато поточних та конкурентних додатків, більш складна розробка порівняно з іншими мовами

Проаналізувавши дані таблиці ще можна додати декілька переваг Go по-рівню з іншими мовами програмування:

- Ефективність пам'яті: Go має більш ефективне використання пам'яті порівняно з іншими мовами, такими як Java та Python. Це забезпечує менший розмір бінарних файлів та менші витрати на зберігання даних.
- Конкурентність: Go має вбудовану підтримку багатопоточності та конкурентності, що робить його особливо підходящим для розробки високопродуктивних додатків, які обробляють багато запитів одночасно.
- Простота: Go має простий та лаконічний синтаксис, що дозволяє швидше розробляти та тестувати код. Він також має меншу кількість ключових слів та вбудованих функцій порівняно з іншими мовами, такими як C++.
- Швидкість: Go має швидкий час виконання та високу продуктивність, порівняно з іншими мовами, такими як Python та Node.js. Це робить його особливо підходящим для додатків, що вимагають високої швидкості та продуктивності.

Отже, проаналізувавши всі переваги та недоліки [7-9] було обрано мову програмування Golang через те що ця мова має вбудовані інструменти для роботи з декількома потоками та навіть декількома ядрами процесора, ще одним із плюсів є її простота, а це значить, що навіть програмісти, які мають не дуже великий рівень знань зможуть підтримувати систему в належному стані.

Для розгортання системи апаратної віртуалізації для x64-систем на основі гіпервізора було обрано Microsoft Hyper-V. Цю систему віртуалізації було обрано через те що вона є вбудованою системою віртуалізації в усіх останніх версіях будь-якої ОС на базі Windows. Hyper-V підтримує гостьові операційні системи Windows і Linux і надає такі функції, як жива міграція, висока доступність і віртуалізація мережі. Він також підтримує інтеграційні служби, які забезпечують зв'язок між хостом і гостьовими операційними системами. Саме через те що Hyper-V вбудовано в Windows Server 2022, через його гарну інтеграцію між хостом та гостьовою системою, цей гіпервізор було обрано для розгортання віртуальної хмари для системи паралельного збору та обробки даних з метеорологічних датчиків.

Тестування системи проводилось на локальному сервері, який було розгорнуто за допомогою Microsoft Hyper-V у віртуальному середовищі. Для тестового стенду було згенеровано 10 сенсорів, 365 днів та 24 години в одному дні отже загалом було. Сервіс генерації точок був налаштований на генерацію нових точок для кожного окремого замовлення з частотою 1000 генерацій в секунду. В тестовому стенді використовувались комп'ютер з системою на кристалі Intel Core I5-3230M та 9 Гб оперативної пам'яті. Навантаження на систему було розподілене між віртуальною машиною, на якій знаходився сервіс генерації та відправки на сервер даних на метеорологічних датчиках (рис. 1), яка паралельно збирала показники з кожного метеорологічного датчика (рис. 2) та PostgreSQL, яка зберігала всі показники датчиків в момент їхньої генерації (рис. 3).

На рис. 1–3 зображені два основні показники навантаження на систему: навантаження на процесор та оперативну пам'ять. Найбільше навантаження на диск має сервіс PostgreSQL через зберігання даних на диску. Вказане навантаження на процесор є трохи завищеним через те, що ці дані відповідають дійсності тільки для контейнеру, котрий оперує лише ізольованими ресурсами. Загалом навантаження на ресурси комп'ютера всією системою не перебільшує 2 Гб оперативної пам'яті та 51% навантаження на процесор. Три основні сервіси сумарно використовували не більше 450 Мб пам'яті.

Таким чином, в ході роботи було запропоновано обрати для аналізу наступний технологічний стек:

- безкоштовна об'єктно-реляційна система управління базами даних
- компільована, багатопотокова мова програмування Go;
- апаратна система віртуалізації для систем на базі x64-процесорів на базі гіпервізора Microsoft Hyper-V.

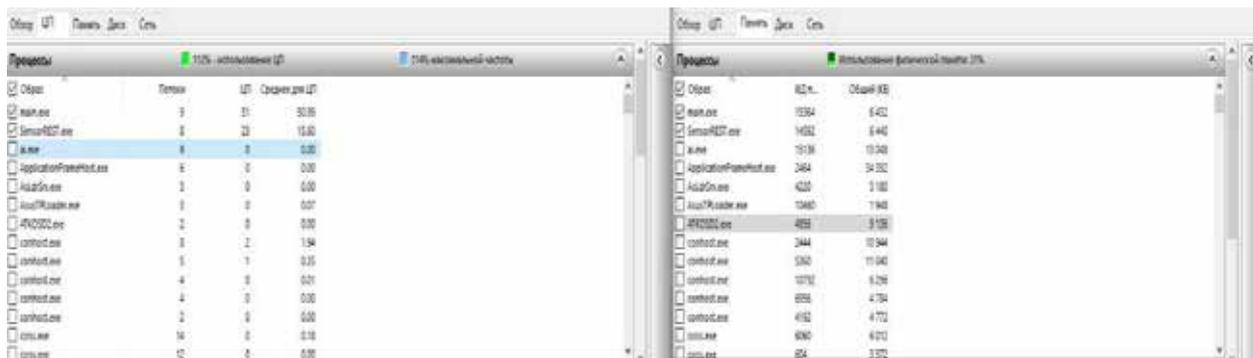


Рис. 1. Навантаження на програму генерації та відправлення даних

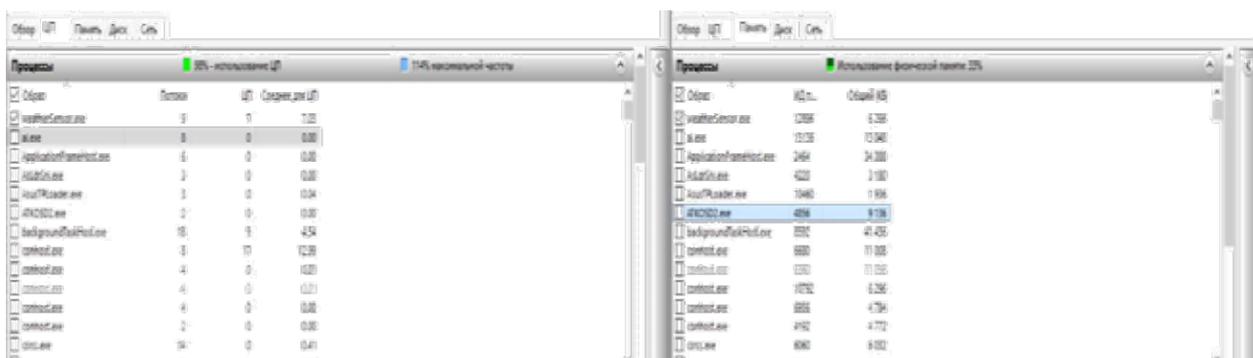


Рис. 2. Навантаження на процесор та ОЗУ REST API серверу

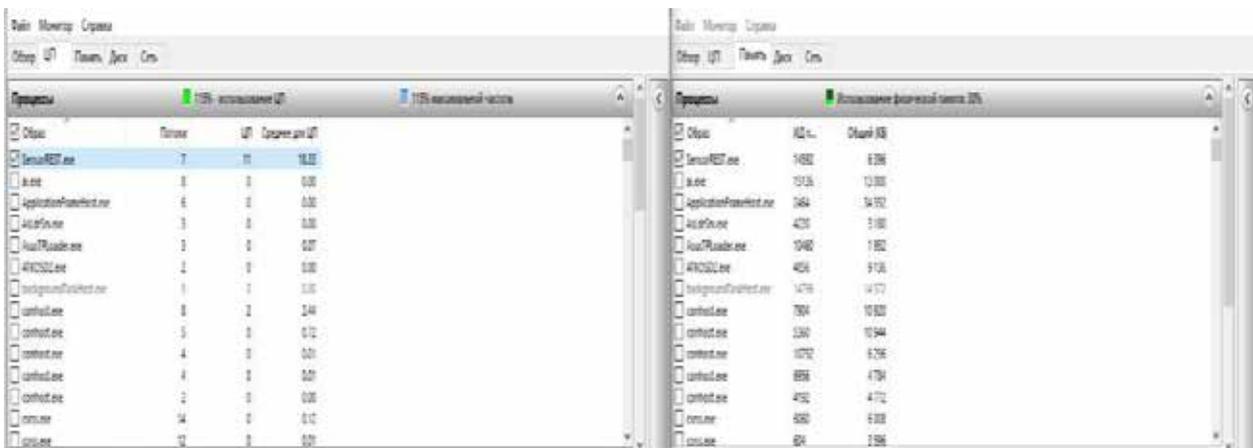


Рис. 3. Навантаження на сервер збору інформації та запису в PostgreSQL

### Висновки

В результаті дослідження можна зробити висновок, що вибір технологічного стеку для розробки приватної хмарної системи паралельного збору та обробки інформації є важливим етапом в процесі розробки. Для досягнення ефективної та безперебійної роботи системи, необхідно враховувати різні аспекти, такі як масштабованість, продуктивність, безпеку та інші.

Проаналізувавши найбільш популярні системи управління реляційними базами даних з відкритим початковим кодом, а саме PostgreSQL та MySQL було визначено що для розробки приватної хмарної системи паралельного збору та обробки інформації найбільше підходить PostgreSQL.

Після того як було обрано СУБД, було проаналізовано мови програмування веб серверів, і спираючись на такі чинники як продуктивність, можливість працювати з багатьма потоками чи навіть ядрами процесора, споживання невеликих об'ємів оперативної пам'яті, а також простоти мови, було GoLang, для розробки веб серверу.

Отже, вибір технологічного стеку є важливим етапом в розробці приватної хмарної системи паралельного збору та обробки інформації, прорівнивши аналіз наявних мов СУБД, мов програмування та систем апаратної

віртуалізації було виявлено, що найбільш оптимальним технологічним стеком для розробки приватної хмарної системи паралельного збору та обробки інформації, являється наступний стек:

- PostgreSQL[12], як СУБД з відкритим кодом та гарними показниками продуктивності;
- Golang, як продуктивна та проста мова програмування веб серверів;
- Microsoft Hyper-V, як система апаратної віртуалізації на основі гіпервізора

#### Список використаної літератури

1. Офіційна сторінка Davis Instruments. URL: <https://www.davisinstruments.com/>
2. Офіційна сторінка Vaisala. URL: <https://www.vaisala.com>
3. Офіційна сторінка Campbell Scientific. URL: <https://www.campbellsci.com/>
4. Офіційна сторінка Golang. URL: <https://go.dev>
5. Офіційна сторінка PostgreSQL. URL: <https://www.postgresql.org/>
6. Офіційна сторінка MySQL URL: <https://www.mysql.com/>
7. What is a Relational Database? URL: [https://aws.amazon.com/relational-database/?nc1=h\\_ls](https://aws.amazon.com/relational-database/?nc1=h_ls)
8. PostgreSQL vs MySQL: The Critical Differences. URL: <https://www.integrate.io/blog/postgresql-vs-mysql-which-one-is-better-for-your-use-case/>
9. SQLite vs MySQL vs PostgreSQL: A Comparison Of Relational Database Management Systems. URL: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/sqlite-vs-mysql-vs-postgresql-a-comparison-of-relational-database-management-systems>
10. Nodejs vs. Go – Which One Is the Right Choice for You? URL: <https://medium.com/javarevisited/nodejs-vs-go-which-one-is-the-right-choice-for-you-7e085a720f7e>
11. Go vs. Python in 2023: Which Language Should You Choose. URL: <https://uvik.net/blog/go-vs-python/>
12. 14 Best Programming Languages to Learn in 2023. URL: <https://hackr.io/blog/best-programming-languages-to-learn>

#### References

1. The official homepage of Davis Instruments. URL: <https://www.davisinstruments.com/>
2. The official homepage of Vaisala. URL: <https://www.vaisala.com>
3. The official homepage of Campbell Scientific. URL: <https://www.campbellsci.com/>
4. The official homepage of Golang. URL: <https://go.dev>
5. The official homepage of PostgreSQL. URL: <https://www.postgresql.org/>
6. The official homepage of MySQL URL: <https://www.mysql.com/>
7. What is a Relational Database? URL: [https://aws.amazon.com/relational-database/?nc1=h\\_ls](https://aws.amazon.com/relational-database/?nc1=h_ls)
8. PostgreSQL vs MySQL: The Critical Differences. URL: <https://www.integrate.io/blog/postgresql-vs-mysql-which-one-is-better-for-your-use-case/>
9. SQLite vs MySQL vs PostgreSQL: A Comparison Of Relational Database Management Systems. URL: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/sqlite-vs-mysql-vs-postgresql-a-comparison-of-relational-database-management-systems>
10. Nodejs vs. Go – Which One Is the Right Choice for You? URL: <https://medium.com/javarevisited/nodejs-vs-go-which-one-is-the-right-choice-for-you-7e085a720f7e>
11. Go vs. Python in 2023: Which Language Should You Choose. URL: <https://uvik.net/blog/go-vs-python/>
12. 14 Best Programming Languages to Learn in 2023. URL: <https://hackr.io/blog/best-programming-languages-to-learn>

УДК 0004, 004.9

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.1.19>**О. В. ІВАНЧУК**

аспірант кафедри інформаційних технологій  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-2058-4707

**І. С. БОГДАНОВ**

аспірант кафедри інформаційних технологій  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-0748-2669

**Є. А. ДРОЗДОВА**

старший викладач кафедри інформаційних технологій  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-0276-6387

**В. М. КОЗЕЛ**

кандидат технічних наук,  
доцент кафедри інформаційних технологій  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-2627-2499

## ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ НАВЧАННЯ НА ПЛАТФОРМІ DISCORD

У роботі розглянуто процес організації дистанційного навчання студентів з використанням платформи Discord. Через пандемію Covid-19, а згодом широкомасштабне вторгнення в Україну Російської федерації та небезпеку, спричинену бойовими діями, навчальним закладам довелося перейти на онлайн навчання. Такий перехід потребує вибору платформи для дистанційного навчання, що буде використовувати сучасні онлайн технології та матиме всі необхідні інструменти для її адміністрування.

Discord – це онлайн платформа для обміну миттєвими повідомленнями та спілкування через аудіо-, відеозв'язок. Платформа має можливості для відправки особистих повідомлень та відправки повідомлень у групових чатах. Також має підтримку аудіо- та відеоконференцій.

Для організації навчального процесу на платформі Discord було створено спільноту кафедри, яка об'єднує викладачів та студентів, і саме там відбувається процес дистанційного навчання. Основу спільноти складають текстові чати та аудіо-, відеоконференції. За замовчуванням вони виділені в окремі категорії.

До спільноти було додано студентів декількох груп, тому для зручності дотримання розкладу виникла необхідність їхнього розділення. Для цього було створено набір текстових чатів та аудіо-, відеоконференцій. Кожна група отримала свій текстовий чат та конференцію. Але студенти могли отримати доступ до чатів інших груп. Аби завадити цьому, у спільноті були додані ролі. Для кожної групи була створена своя роль з назвою, що співпадає з шифром групи. Далі в налаштування чатів та конференцій було додано обмеження, згідно з якими студенти лише закріплених за ними груп можуть отримати доступ. Окрім обмежень доступності до чатів та конференцій, для студентів були додані окремі обмеження по роботі у спільноті, а саме – студент може відправляти повідомлення у чатах та знаходитись у конференції, але не може керувати спільнотою та будь-яким чином впливати на інших учасників спільноти. Окремо була виділена роль викладачів, що мають доступ до усіх чатів та конференцій та мають права на керування окремими частинами спільноти та студентами.

За допомогою окремого боту були додані засоби керування спільнотою. Він допомагає студентам отримати роль під час першого приєднання до спільноти. Найбільш актуальним це виявилось при приєднанні груп першого курсу. Також бот допомагає виконати перехід студентів на наступний рік навчання. Для цього окремою командою оновлюється роль з групою у всіх студентів, що знаходяться у спільноті та мають право для переведення на наступний рік навчання.

**Ключові слова:** дистанційне навчання, платформа Discord, адміністрування спільноти Discord, бот, автоматизація процесів.

**O. V. IVANCHUK**

Postgraduate Student at the Department of Information Technologies  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-2058-4707

I. S. BOHDANOV

Postgraduate Student at the Department of Information Technologies  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-0748-2669

E. A. DROZDOVA

Senior Lecturer at the Department of Information Technologies  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0003-0276-6387

V. M. KOZEL

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor at the Department of Information Technologies  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-2627-2499

## ORGANIZATION OF LEARNING PROCESSES ON THE DISCORD PLATFORM

*The paper examines the process of organizing distance learning of students using the Discord platform. Due to the Covid-19 pandemic, and subsequently the large-scale invasion of Ukraine by the Russian Federation and the danger caused by hostilities, educational institutions had to switch to online learning. Such a transition requires choosing a distance learning platform that will use modern online technologies and have all the necessary tools for its administration.*

*Discord is an online platform for instant messaging and communication through audio and video communication. The platform has options for sending private messages and sending messages in group chats. It also supports audio and video conferencing.*

*To organize the educational process, a department community was created on the Discord platform, which unites teachers and students, and it is there that the distance learning process takes place. The basis of the community is text chats and audio and video conferences. By default, they are separated into separate categories.*

*Several groups of students were added to the community, so it was necessary to separate them for the convenience of observing the schedule. For this, a set of text chats and audio and video conferences was created. Each group got its own text chat and conference. But students could access chat rooms of other groups. To prevent this, roles were added to the community. For each group, a separate role was created with a name that matches the group code. Further, restrictions were added to chat and conference settings, according to which only students in assigned groups can gain access. In addition to restrictions on access to chats and conferences, separate restrictions on work in the community have been added for students, namely – a student can send messages in chats and be in a conference, but cannot manage the community and influence other community members in any way. The role of teachers, who have access to all chats and conferences and have rights to manage certain parts of the community and students, was separately highlighted.*

*Added community management tools with a separate bot. It helps students get into a role when they first join the community. It turned out to be most relevant when joining the first-year groups. The bot also helps to transfer students to the next year of study. For this, a separate team updates the role with the group of all students who are in the community and are eligible for transfer to the next year of study.*

**Key words:** distance learning, Discord platform, Discord community administration, bot, process automation.

### Постановка проблеми

Через пандемію Covid-19, а згодом широкомасштабне вторгнення в Україну Російської федерації та небезпеку, спричинену бойовими діями, навчальним закладам довелося перейти на онлайн навчання. Такий перехід потребує вибору платформи для дистанційного навчання, що буде використовувати сучасні онлайн технології та матиме всі необхідні інструменти для її адміністрування.

Наразі основними найбільш вживаними платформами для онлайн навчання є:

- Zoom – пропрієтарна програма для організації відеоконференцій, розроблена компанією Zoom Video Communications:
- Google Meet – сервіс для організації відеоконференцій, розроблений компанією Google:
- Skype – пропрієтарна програма для обміну текстовими повідомленнями та організації аудіо та відеоконференцій. Розроблена компанією Skype Limited та підтримується компанією Microsoft:
- Discord – кросплатформена пропрієтарна програма для обміну текстовими повідомленнями, організації аудіо та відеоконференцій та об'єднання у спільноти.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

У роботі [1] згадується Discord як платформа для навчання, але приводиться лише можливість використання платформи у якості текстового чату, або для аудіо-/відеоконференції. Проігноровані аспекти обмежень за ролями та автоматизації адміністрування спільноти.

Робота [2] акцентує увагу на вирішенні проблем технічного характеру при використанні платформи, не відображаючи її можливості для організації спільнот та їхнього адміністрування.

Робота [3] розглядає усі аспекти підготовки платформи, що допоможе для роботи з однією групою, або з декількома групами навчального закладу, якщо вони навчаються на одному потоці. У роботі не відображені можливості платформи для роботи багатьох груп різних курсів у рамках однієї спільноти.

#### **Формулювання мети досліджень**

Мета роботи – отримати повністю налаштовану спільноту на платформі Discord, що використовуватиметься для дистанційного навчання студентами навчальних закладів. Спільнота має отримати розділення студентів за їхнім курсом та групою, та мати усі необхідні інструменти для зручного адміністрування.

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

У 2022–2023 навчальному році на кафедрі Інформаційних технологій факультету інформаційних технологій та дизайну Херсонського національного технічного університету було прийняте рішення про проведення лекційних та лабораторних занять з окремих дисциплін через платформу Discord. Ця платформа була обрана, оскільки має найбільші можливості серед інших доступних на даний момент часу.

Discord – це онлайн платформа для обміну миттєвими повідомленнями та спілкування через аудіо-, відеозв'язок [5, 6]. Платформа була розроблена компанією Discord Inc та випущена у 2015 році. Можливості платформи дозволяють виконувати обмін як особистими повідомленнями, так і повідомленнями у групових чатах, що дає можливість об'єднувати групи студентів під час занять. Також у групах є можливість проводити аудіо- та відеоконференції.

Платформа Discord завдяки підтримці будь-яких сучасних операційних систем, можливості встановити мобільний або десктоп додаток та можливості роботи через браузер, дозволяє застосовувати модель BYOD, з якою у користувачів зникає залежність від спеціалізованих пристроїв, та надає студентам можливість використовувати власні гаджети під час навчання. В умовах дистанційного навчання підтримка ця модель роботи є оптимальною для учнів [4].

Головна перевага платформи – це можливість створення спільнот, які в рамках Discord мають назву «сервер». У ці спільноти можна об'єднувати велику кількість людей, видаючи кожному користувачеві його роль, що визначає його права та обмеження.

У спільнотах є окремі текстові чати для спілкування та аудіо-/відео- чати. За допомогою ролей можна обмежити доступ до певних чатів, що врегульовує проблему плутанини у групах або несанкціонованого доступу до чатів.

Основні переваги платформи Discord:

– Безкоштовний доступ. Всі необхідні функції доступні без додаткових початкових та періодичних витрат, на відміну від Zoom, що має обмеження на час роботи у безкоштовному тарифному плані [7,8,9].

– Підтримка усіх актуальних платформ та можливість роботи у браузері, на відміну від Google Meet, який має лише додатки для смартфонів, тому на персональних комп'ютерах може використовуватися лише через браузер [10].

– Наявність спільнот. Дає можливість створювати структурні підрозділи на основі «серверів». Zoom, Google Meet, Skype не мають аналогів такого об'єднання користувачів [7, 10, 11].

– Просте адміністрування. Налаштовані ролі забезпечують права та обмеження при роботі з текстовими чатами та аудіо-/відео- конференціями. Інші аналоги мають лише базові ролі у конференціях: Адміністратор, Модератор та Учасник. У ролях майже відсутнє налаштування, через це точне адміністрування великої кількості людей неможливе [8].

– Наявність можливості легкої демонстрації екрану під час відеоконференції. Платформа дозволяє виконувати демонстрації користувачам, які мають на це право згідно їх ролі у спільноті, не потребуючи додаткового дозволу від адміністратора або модератора. Це особливо важливо під час лабораторних занять, коли кожний студент повинен мати можливість продемонструвати результати своєї роботи для отримання консультації або для захисту роботи. Також можлива паралельна демонстрація кількох учасниками, що неможливо на інших платформах [7, 10, 11].

– Витримує велике навантаження. Може містити велику кількість учасників конференції за рахунок алгоритмів зниження обсягів трафіку, що дає можливість для спілкування користувачам з «повільним» інтернетом.

– Наявність нотифікації користувачів, чого немає у Zoom та Google Meet [7, 10].

До недоліків можна віднести:

– Відсутність режиму запису у конференціях. Для цього доведеться використовувати стороннє програмне забезпечення, таке як OBS Studio або Bandicam. Zoom не має цього недоліку. У ньому є можливість запису конференції та подальшого його збереження на віддаленому сервері при використанні платних тарифних планів [7].

– Зниження якості зображення у відеоконференціях при безкоштовному використанні платформи. Зображення обмежене у роздільній здатності до 1280 на 720 пікселів, що може бути недостатньо для відображення

деталізованих матеріалів під час відеоконференції. Таких обмежень немає у інших сервісах відеоконференцій, але це обмеження також дозволяє зменшити навантаження на мережу.

На «серверах» платформи Discord за замовчуванням є розділення текстових чатів та аудіо-/відео- конференцій у окремі категорії. Завдяки цій можливості були створені текстові чати та конференції для кожної групи студентів, що навчається з використанням платформи Discord (рис. 1). Крім основних чатів для груп є додаткові, які є загальними для всіх студентів, та технічні – для керування сервером.

Хоча для кожної групи є окремий чат, але все ще виникає проблема доступу до чатів та конференцій студентів з інших груп. Цю проблему можна вирішити, розділивши студентів за ролями та обмеживши доступ до чатів за роллю [6].

Спершу необхідно створити ролі, що відображатимуть кожну окрему групу (рис. 2).

Далі надати права у ролі [6]. Дозволи ролей наведено у таблиці 1.

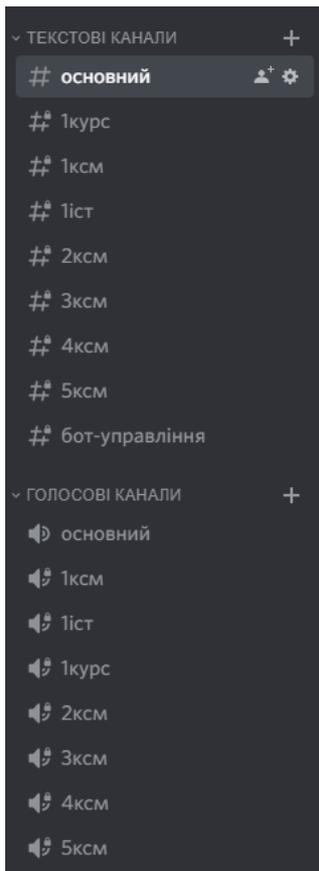


Рис. 1. Чати та конференції для кожної групи

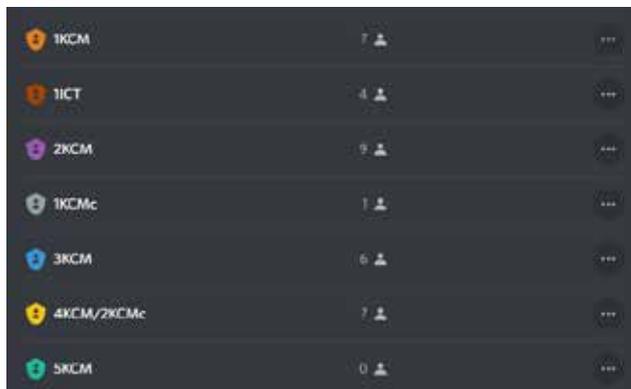


Рис. 2. Ролі для груп студентів

Таблиця 1

## Дозволи ролей для студентів

Дозволи для ролі	Значення
Основні дозволи серверу	
Дивитися канали	дозволено
Керувати каналами	заборонено
Керувати ролями	заборонено
Керувати сервером	заборонено
Дозволи для учасників	
Створювати запрошення	заборонено
Змінювати нікнейм	дозволено
Керувати нікнеймами	заборонено
Видаляти членів	заборонено
Блокувати членів	заборонено
Дозволи для текстового каналу	
Відправляти повідомлення	дозволено
Відправляти повідомлення у гілках	дозволено
Створення публічних гілок	дозволено
Створення приватних гілок	заборонено
Вставляти посилання	дозволено
Прикріпляти файли	дозволено
Додавати реакції	заборонено
Згадувати @everyone, @here і всі ролі	заборонено
Керувати повідомленнями	заборонено
Керувати гілками	заборонено
Читати історію повідомлень	дозволено
Використовувати команди застосунку	дозволено
Дозволи для голосового каналу	
Під'єднуватися	дозволено
Говорити	дозволено
Відео	дозволено
Пріоритетний голос	заборонено
Вимикати повідомлення від членів	заборонено
Вимикати повідомлення для членів	заборонено
Перемістити учасників	заборонено
Дозволи подій	
Керувати подіями	заборонено
Додаткові дозволи	
Адміністратор	заборонено

Базові налаштування для груп студентів передбачають обмеження у керуванні чатами та конференціями та керуванні користувачами. Також налаштування дають права на відправку повідомлень у чати, участь у конференціях та використання відеозв'язку.

Викладачі мають додаткові права (табл. 2), що дозволяють керувати студентами, але не впливати загалом на спільноту.

Таблиця 2

## Дозволи ролей для викладачів

Дозволи для ролі	Значення
Основні дозволи серверу	
Керувати каналами	дозволено
Керувати ролями	дозволено
Дозволи для учасників	
Створювати запрошення	дозволено
Керувати нікнеймами	дозволено
Видаляти членів	дозволено
Блокувати членів	дозволено
Дозволи для текстового каналу	
Створення приватних гілок	дозволено

Закінчення табл. 2

Вставляти посилання	дозволено
Прикріпляти файли	дозволено
Додавати реакції	дозволено
Згадувати @everyone, @here і всі ролі	дозволено
Керувати повідомленнями	дозволено
Керувати гілками	дозволено
Дозволи для голосового каналу	
Пріоритетний голос	дозволено
Вимикати повідомлення від членів	дозволено
Вимикати повідомлення для членів	дозволено
Перемістити учасників	дозволено
Дозволи подій	
Керувати подіями	дозволено

Після налаштування ролей необхідно задати налаштування прав доступу за роллю для кожного чату та конференції (рис. 3).

Окремо виділяється роль «Викладачі». Користувачі з цією роллю мають доступ до кожного чату та конференції та розширені права по керуванню.

З такими налаштуваннями отримано результат, при якому кожна група має власну конференцію та чат, до яких може зайти лише викладач, та в які не можуть потрапити студенти інших груп.

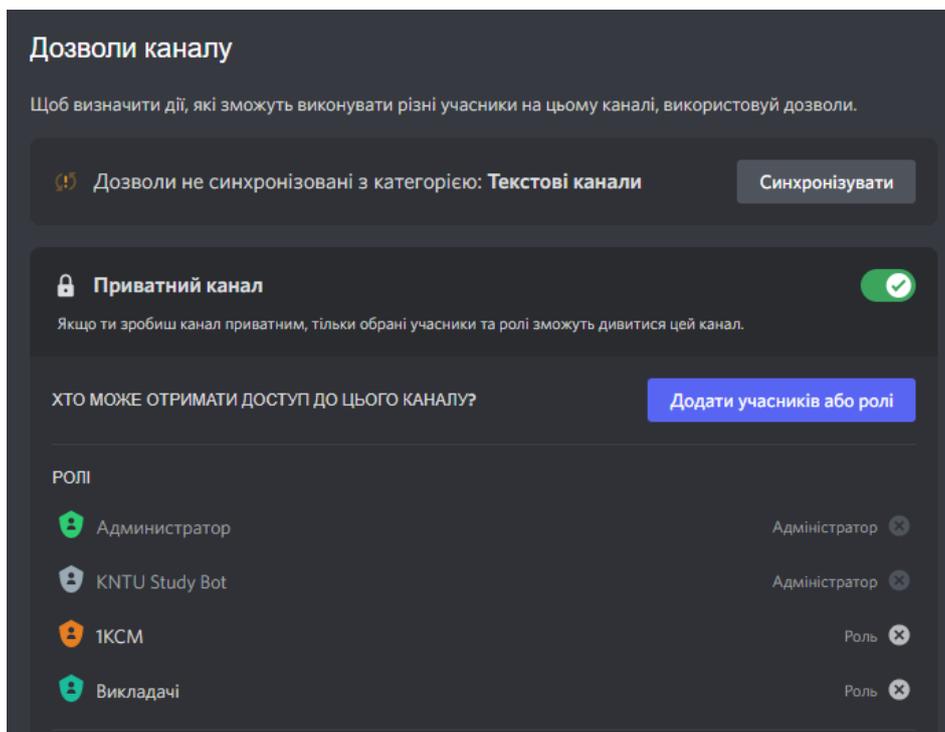


Рис. 3. Право доступу за роллю

Однією з проблем є автоматизація процесу видачі студенту ролі при першому вході його до спільноти. При вході користувача, він отримує загальну роль, яка є обов'язковою для всіх користувачів та має максимальні обмеження по доступу до чатів та конференцій. Користувач повинний обов'язково отримати роль з доступом до чатів та конференцій.

Рішенням цієї проблеми є створення ботів, що виконуватимуть початкове налаштування користувача. Для цього створено бот KNTU Study Bot мовою програмування Python [7]. Він використовується для початкового зарахування студентів та переведення на наступний курс усіх студентів.

Після входу студента до спільноти бот відправляє йому вітальне повідомлення, яке містить пояснення, як отримати роль своєї групи (рис. 4). Встановити роль студент може лише один раз. Після цього змінити роль може лише викладач або адміністратор спільноти.

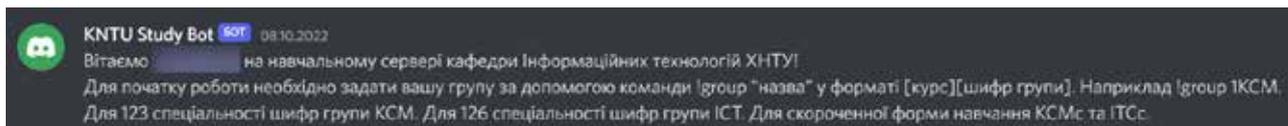


Рис. 4. Вітальне повідомлення

Для отримання ролі необхідно виконати команду «!group» із зазначенням шифру групи. Якщо не було помилок під час відправки команди, то студент отримує повідомлення про отримання ролі (рис. 5).

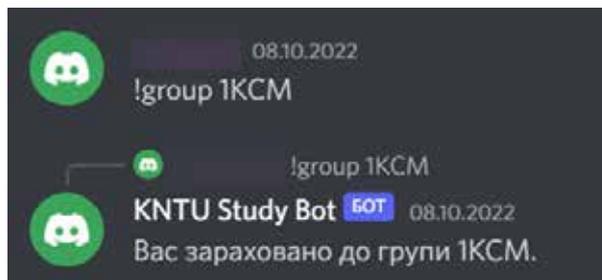


Рис. 5. Повідомлення про отримання ролі

Ще однією проблемою є процес переведення на наступний курс. При збільшенні кількості студентів потрібно багато часу для ручної зміни ролі студента, коли він переводиться на наступний курс.

Цю проблему також можна вирішити за допомогою бота. За допомогою окремої команди «!update\_course» оновлюється роль усіх студентів, які мають перейти на наступний рік навчання, та змінюється шифр групи.

Надалі планується покращення бота для роботи з актуальними питаннями студентів. Бот має отримати нові команди, які будуть виконувати такі завдання:

- видача довідкової інформації про наявні команди платформи;
- видача актуального розкладу на семестр за кафедрою або для групи;
- видача актуального розкладу на тиждень за кафедрою або для групи;
- видача розкладу дзвінків на пари;
- видача контактних даних для зв'язку з кафедрою або деканатом (можливо, як посилання на Google форму, на яку реагують співробітники університету).

Таке оновлення дозволить зменшити навантаження на викладачів та інших співробітників та дозволить студентам отримувати необхідну інформацію.

### Висновки

Платформа Discord є зручним сучасним інструментом для онлайн навчання завдяки наявності текстових чатів та аудіо-/відео- конференцій, доступ до яких можна регулювати за допомогою ролей. Але є проблеми, пов'язані з адмініструванням ролей при вході студента у спільноту або при оновленні шифру групи при переведенні на наступний рік навчання. Ці проблеми можна вирішити за допомогою ботів, що знімають навантаження з адміністраторів спільноти. Також функціонал ботів можна розширити для отримання студентами більшої кількості актуальної інформації та для зв'язку з викладачами або адміністрацією навчального закладу.

### Список використаної літератури

1. Голуб Б.Л. Хмарний сервіс Discord: поради для проведення онлайн лекцій. URL: <https://nubip.edu.ua/node/73205> (дата звернення: 26.10.2022).
2. Щербакова Олеся. Discord – платформа для дистанційного навчання. URL: <https://skyteach.ru/2020/04/08/discord-platforma-dlya-distancionnogo-obucheniya/> (дата звернення: 26.10.2022).
3. How to Use Discord for Your Classroom. URL: <https://support.discord.com/hc/en-us/articles/360040613072-How-to-Use-Discord-for-Your-Classroom> (дата звернення: 26.10.2022).
4. Tsyvylskiy, F. M., Kozel, V. M., Drozdova, I. A., & Prykhodko, O. O. PRACTICAL Practical implementation of the BYOD concept in higher educational institutions. *Information Technologies and Learning Tools*, 81(1), 2021. 285-296.
5. Discord. URL: <https://discord.com/> (дата звернення: 26.10.2022).
6. Discord. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Discord> (дата звернення: 26.10.2022).
7. Mia Naumoska. Discord vs Zoom: Which App is Best for Online Meetings. URL: <https://www.chanty.com/blog/discord-vs-zoom/> (дата звернення: 26.10.2022).

8. Abhishek A Agrawal. Discord vs Zoom. URL: <https://integrately.com/blog/discord-vs-zoom> (дата звернення: 26.10.2022).
9. Ana Erkcic. Discord vs Zoom: Which is best for virtual meetings? URL: <https://pumble.com/blog/discord-vs-zoom/> (дата звернення: 26.10.2022).
10. Chara Yadav. Difference Between Discord and Google Meet. 2022. URL: <https://askanydifference.com/difference-between-discord-and-google-meet-with-table/> (дата звернення: 26.10.2022).
11. Zoom vs. Skype vs. Discord vs. Facetime vs. Google Hangouts (for Video Conferencing Calls). URL: <https://whatchawearing.com/zoom-vs-skype-vs-discord-vs-facetime-vs-google-hangouts-video-conferencing-calls/> (дата звернення: 26.10.2022).
12. Role Management 101. URL: <https://support.discord.com/hc/en-us/articles/214836687-Role-Management-101> (дата звернення: 26.10.2022).
13. Alex Ronquillo. How to Make a Discord Bot in Python. URL: <https://realpython.com/how-to-make-a-discord-bot-python/> (дата звернення: 26.10.2022).

### References

1. B.L. Golub. Hmarnij servis Discord: poradi dlya provedennya onlajn lekcij [Discord cloud service: tips for conducting online lectures]. Available at: <https://nubip.edu.ua/node/73205> (accessed 26.10.2022).
2. Olesya SHCHerbakova. Discord – platforma dlya distancionnogo obucheniya [Discord is a platform for distance learning]. Available at: <https://skyteach.ru/2020/04/08/discord-platforma-dlya-distancionnogo-obucheniya/> (accessed 26 October 2022).
3. How to Use Discord for Your Classroom. Available at: <https://support.discord.com/hc/en-us/articles/360040613072-How-to-Use-Discord-for-Your-Classroom> (accessed 26 October 2022).
4. F. M. Tsyvil'skyi, V. M. Kozel, I. A. Drozdova, O. O. Prykhodko (2021) Practical implementation of the BYOD concept in higher educational institutions. Information Technologies and Learning Tools, no. 81(1), pp. 285-296.
5. Discord. Available at: <https://discord.com/> (accessed 26 October 2022).
6. Discord. Available at: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Discord> (accessed 26 October 2022).
7. Mia Naumoska. Discord vs Zoom: Which App is Best for Online Meetings. Available at: <https://www.chanty.com/blog/discord-vs-zoom/> (accessed 26.10.2022).
8. Abhishek A Agrawal. Discord vs Zoom. Available at: <https://integrately.com/blog/discord-vs-zoom> (accessed 26 October 2022).
9. Ana Erkcic. Discord vs Zoom: Which is best for virtual meetings? Available at: <https://pumble.com/blog/discord-vs-zoom/> (accessed 26 October 2022).
10. Chara Yadav. Difference Between Discord and Google Meet. 2022. Available at: <https://askanydifference.com/difference-between-discord-and-google-meet-with-table/> (accessed 26 October 2022).
11. Zoom vs. Skype vs. Discord vs. Facetime vs. Google Hangouts (for Video Conferencing Calls). Available at: <https://whatchawearing.com/zoom-vs-skype-vs-discord-vs-facetime-vs-google-hangouts-video-conferencing-calls/> (accessed 26 October 2022).
12. Role Management 101. Available at: <https://support.discord.com/hc/en-us/articles/214836687-Role-Management-101> (accessed 26 October 2022).
13. Alex Ronquillo. How to Make a Discord Bot in Python. Available at: <https://realpython.com/how-to-make-a-discord-bot-python/> (accessed 26 October 2022).

УДК 004.4

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.1.20>

І. О. КАНДИБА

PhD, старший викладач кафедри інженерії програмного забезпечення  
Чорноморський національний університет імені Петра Могили  
ORCID: 0000-0002-8589-4028

Г. В. ГОРБАНЬ

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри інженерії програмного забезпечення  
Чорноморський національний університет імені Петра Могили  
ORCID: 0000-0002-6512-3576

Н. В. ГОНЧАРОВА

аспірант кафедри інженерії програмного забезпечення  
Чорноморський національний університет імені Петра Могили  
ORCID: 0000-0001-5536-6200

Д. С. ГОНЧАРОВ

аспірант кафедри комп'ютерної інженерії  
Чорноморський національний університет імені Петра Могили  
ORCID: 0009-0004-1200-6677

## СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ПРО ВИКОРИСТАННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ РЕСУРСІВ КОМП'ЮТЕРІВ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗАСОБАМИ PYTHON

*В статті представлено дослідження інструментарію для реалізації первинного статистичного аналізу даних про використання обчислювальних ресурсів мережі закладу вищої освіти (ЗВО). Досліджено сучасні роботи, присвячені аналізу даних про використання обчислювальних ресурсів, та шляхи впровадження результатів цих досліджень. Окрім того, описано специфіку моніторингу використання обчислювальних ресурсів ЗВО. Наведено опис особливостей споживання обчислювальних ресурсів мережі шкідливим ПЗ. Досліджено можливості застосування інструментарію мови Python для аналізу апаратно-технічного стану мережі ЗВО та споживання обчислювальних ресурсів. Запропоновано архітектуру бази даних (БД) для зберігання отриманих в результаті моніторингу даних про використання обчислювальних ресурсів і наведено опис полів, де міститиметься основна інформація: використання центрального та графічного процесорів, завантаженість оперативної пам'яті, заповнення накопичувача даних. Більш того, проаналізовано можливості бібліотеки Pandas в контексті первинного статистичного аналізу даних про використання обчислювальних ресурсів. Таким чином, було визначено особливості структури для зберігання даних DataFrame. Описано методи завантаження даних з БД до структури DataFrame. Розглянуто засоби динамічного відображення даних з допомогою Jupyter Notebook. Представлено метод реалізації первинного статистичного аналізу, а саме розрахунку: мінімального, максимального, середнього значень, квартилів, моди і медіани. Наведено опис використання бібліотек Matplotlib та Seaborn для візуалізації отриманих результатів. Розглянуто можливість використання гістограм для порівняння результатів моніторингу за кілька різних днів. Розглянуто можливість побудови діаграми розсіювання на основі отриманих даних про використання обчислювальних ресурсів. Виділено основні переваги застосування розробленого ПЗ: можливість визначення взаємозв'язків показників, діагностування наявності шкідливого ПЗ та прогнозування необхідних обчислювальних ресурсів для коректної роботи мережі ЗВО. Визначено подальші шляхи розвитку запропонованого ПЗ статистичного аналізу даних про використання обчислювальних ресурсів комп'ютерів ЗВО.*

**Ключові слова:** статистичний аналіз, Python, Pandas, Matplotlib, Seaborn.

І. О. KANDYBA

PhD, Senior Lecturer at the Department of Software Engineering  
Petro Mohyla Black Sea National University  
ORCID: 0000-0002-8589-4028

H. V. HORBAN

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Software Engineering  
Petro Mohyla Black Sea National University  
ORCID: 0000-0002-6512-3576

N. V. HONCHAROVA

Postgraduate Student at the Department of Software Engineering  
Petro Mohyla Black Sea National University  
ORCID: 0000-0001-5536-6200

D. S. HONCHAROV

Postgraduate Student at the Department of Computer Engineering  
Petro Mohyla Black Sea National University  
ORCID: 0009-0004-1200-6677

## STATISTICAL DATA ANALYSIS ON THE COMPUTING RESOURCES USE OF UNIVERSITY COMPUTERS BY MEANS OF PYTHON

*The article presents a study of tools for implementing primary statistical data analysis on the use of university network computing resources. Modern researches on the data analysis on the computing resources use and ways to implement results of them are studied in it. Moreover, peculiarities of monitoring the use of higher education institutions computing resources are described. Also, features of malware consumption of computing resources are described in this research. The article discusses a possibility of using Python tools for analysing the hardware and technical state of a university network and the computing resources consumption. Thus, it proposes an architecture of a database for storing the obtained data on the use of computing resources. In addition, a description of fields that store the main data is given: the use of the central and graphics processors, the load of RAM, and the data storage device filling. The authors analysis possibilities of the Pandas library in a context of primary statistical data analysis on the use of computing resources. Moreover, features of the DataFrame data storage structure are investigated in this research. Therefore, article describes methods of loading data from the database into the DataFrame structure and means of dynamic data display with Jupyter Notebook. Also, the authors consider a method of implementing primary statistical analysis, namely the calculation of: minimum, maximum, average, quartiles, mode, median. In addition, a description of the use of the Matplotlib and Seaborn libraries for visualizing the results is given. The publication considers possibility of using histograms to compare monitoring results for several different days and building a scatter plot based on the obtained data on the use of computing resources. The main advantages of using the developed software are highlighted: the ability to determine the interrelationships of indicators, diagnose the presence of malware and predict the necessary computing resources for the correct operation of the university network. Further ways of development of the proposed software for statistical data analysis on the use of computing resources of higher education institutions' computers are determined.*

**Key words:** statistical analysis, Python, Pandas, Matplotlib, Seaborn.

### Постановка проблеми

Аналіз даних про використання обчислювальних ресурсів комп'ютерів поєднаних певною локальною мережею застосовується у різних випадках, наприклад: контролю мережевого трафіка [1, с. 2], розподілу ресурсів та керування віртуальними середовищами [2, с. 41] тощо. Моніторинг та аналіз даних про використання обчислювальних ресурсів комп'ютерів закладу вищої освіти може допомогти оптимізувати навчальний процес [3, с. 44]. Проблема полягає у відсутності кросплатформового засобу для вирішення цієї задачі.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сучасні дослідження в галузі аналізу даних про використання обчислювальних ресурсів мають різне спрямування. В роботі [1, с. 2] наведено опис методу використання результатів статистичного аналізу даних моніторингу та контролю навантаження програмно-конфігурованої мережі. В роботі наведено детальний опис архітектури системи для контролю мережевого трафіка на основі аналізу статистичних даних, але автори приділяють недостатньо уваги засобам аналізу статичних даних.

Робота [2, с. 41] присвячена оптимізації розподілу обчислювальних ресурсів у віртуальних середовищах. Наведено опис методу планування необхідного обсягу обчислювальних ресурсів на основі результатів статистичного аналізу даних моніторингу віртуальних середовищ. Авторами запропоновано використання засобів моніторингу та аналізу використання обчислювальних ресурсів, що вбудовані у засоби віртуалізації. Однак, у роботі не розглянуто можливість використання кросплатформових засобів моніторингу обчислювальних ресурсів з подальшим застосуванням статистичного аналізу.

В закладах вищої освіти аналіз даних використовується для вдосконалення навчального процесу. Робота [4, с. 35] присвячена автоматизованому збору та статистичному аналізу даних про відвідування занять. Описано архітектуру та технології системи контролю та аналізу відвідуваності закладу освіти. Представлено алгоритм реалізації регресивного аналізу даних щодо відвідування занять, але автори приділяють недостатньо уваги засобам аналізу даних про використання обчислювальних ресурсів.

Виконаний аналіз демонструє, що моніторинг даних про використання обчислювальних ресурсів є актуальним напрямом досліджень, але питання статистичного аналізу цих даних потребують подальших досліджень. Зокрема недостатньо уваги приділено методам первинного статистичного аналізу та засобам реалізації їх.

**Формулювання мети дослідження**

Метою дослідження є створення інформаційної системи аналізу даних про використання обчислювальних ресурсів закладу вищої освіти (ЗВО). Створення відповідної інформаційної системи дозволить оптимізувати розподіл обчислювальних ресурсів ЗВО, виявити несправності та визначити наявність шкідливого програмного забезпечення (ПЗ) в мережі.

Основні задачі, які вирішуються для досягнення заявленої мети:

- 1) провести дослідження впливу шкідливого ПЗ на інтенсивність використання обчислювальних ресурсів;
- 2) проаналізувати засоби моніторингу використання обчислювальних ресурсів ЗВО;
- 3) розробити ПЗ реалізації первинного статистичного аналізу та візуалізації даних.

**Викладення основного матеріалу дослідження**

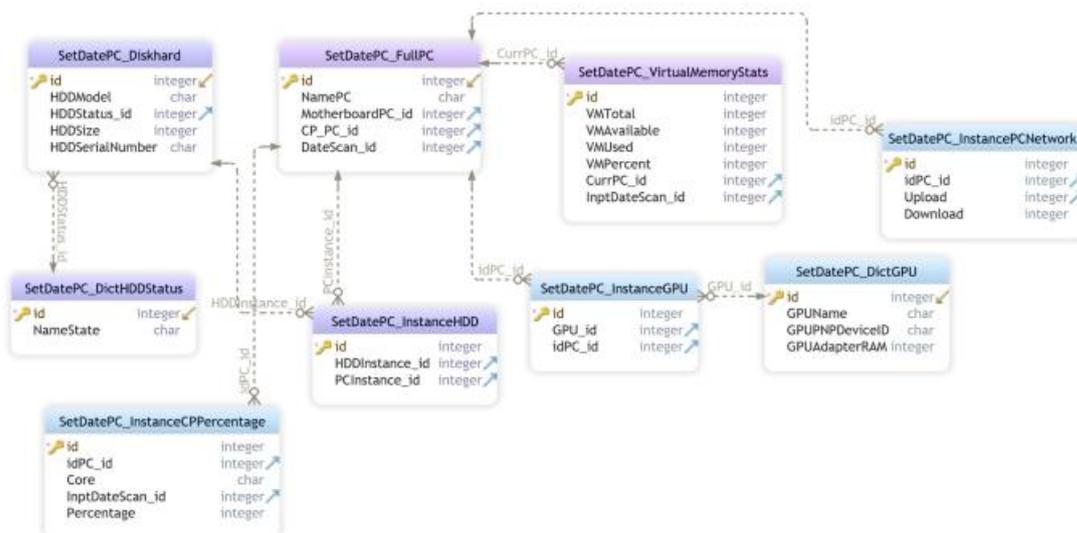
Навчання фахівців у галузі інформаційних технологій (ІТ) вимагає наявності різноманітного програмного та апаратного забезпечення. Цей факт обумовлює складність побудови локальної мережі ЗВО та моніторингу споживання обчислювальних ресурсів.

Моніторинг обчислювальних ресурсів ЗВО корисний виключно за наявності засобів його аналізу. Наприклад, первинний статистичний аналіз дозволяє побудувати варіаційний ряд (гістограми) на основі ранжування результатів проведених вимірів споживання обчислювальних ресурсів. Симетрична відносно центру гістограма свідчить про відсутність проблем з обчислювальними ресурсами у мережі, а у випадку наявної асиметрії можна констатувати певні проблеми у мережі ЗВО.

Особливо важливим є виявлення шкідливого ПЗ, що не завжди можливо вчасно виконати спеціалізованими програмними засобами та запобігти нанесенню значної шкоди. Прикладом розповсюдження шкідливого ПЗ є Ретуа (вірус шифрувальник), що у 2017 році став причиною масштабних втрат інформації та спричинив багато проблем у різних галузях, пов'язаних з ІТ [5, с. 122]. Це шкідливе ПЗ шифрує файли на жорсткому диску та надсилає їх зловмиснику. Цей процес призводить до споживання великої кількості обчислювальних ресурсів: процесорного часу, оперативної пам'яті, використання накопичувачів даних [5, с. 122]. У цьому контексті задача моніторингу та аналізу даних про використання обчислювальних ресурсів з метою виявлення шкідливого ПЗ постає особливо гостро.

Особливостями мережі ЗВО є те, що лабораторії, які є частиною навчального закладу, складаються з програмного та апаратного забезпечення різного типу. Різні операційні системи та архітектури комп'ютерів потребують окремих спеціалізованих засобів моніторингу апаратно-технічного стану та використання обчислювальних ресурсів [3, с. 44].

Використання можливостей мови програмування Python дозволяє врахувати зазначені особливості та реалізувати збір даних про використання апаратного забезпечення мережі ЗВО [3, с. 44]. Таким чином, зберігання зібраних даних вимагає наявності спеціалізованого сховища системи керування базами даних (СКБД) SQLite.



**Рис. 1. Фрагмент датової моделі БД для зберігання даних моніторингу використання обчислювальних ресурсів**

В наведеному фрагменті БД подальшого аналізу вимагають поля:

– **CP\_Percentage** в таблиці **SetDataPC\_InstanceCPPercentage** зберігає дані про використання процесорного часу;

– **VMUsed** в таблиці **SetDataPC\_VirtualMemoryStats** зберігає дані про використання оперативної пам'яті та файлу підвантаження;

– **GPU\_Percentage** в таблиці **SetDataPC\_InstanceGPU** зберігає дані використання графічного процесора;

– **SizeUsedPercent** в таблиці **SetDataPC\_PCPartition** зберігає дані про використаний об'єм накопичувача даних;

– **Upload** і **Download** в таблиці **SetDataPC\_InstancePCNetwork** зберігає дані про об'єм надісланих та прийнятих мережею даних.

З отриманого набору вхідних даних проведено первинний статистичний аналіз за допомогою мови Python з використанням інструментарію Pandas [6, с. 116]. Ця бібліотека спрощує завантаження даних і реалізує методи обробки та аналізу даних. Pandas реалізує дві структури для зберігання даних: Series – одномірний індексований масив даних фіксованого типу та DataFrame – двовимірною структурою даних, кожен стовпець якої містить дані одного типу. DataFrame доцільно застосовувати для представлення збереження даних: рядки відповідають описам ознак окремих об'єктів, а стовпці відповідають ознакам.

Для реалізації первинного статистичного аналізу даних про використання обчислювальних ресурсів ЗВО результат моніторингу завантажено у DataFrame. Для цього використано метод `read_sql_query`, що забезпечує виконання запиту до БД з підтримкою SQL. Додатково використано Jupyter Notebook, що дозволяє динамічне відображення результатів статистичної обробки. На рис. 2 представлено результат імпортування даних в DataFrame.

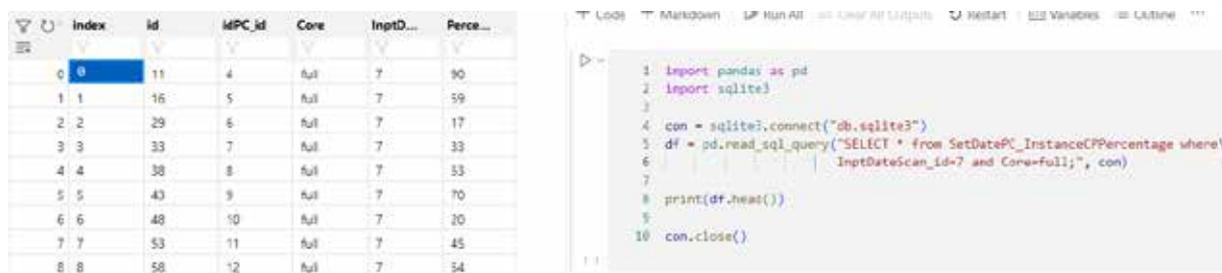


Рис. 2. Результат імпорту даних з SQL до DataFrame

Відображення DataFrame несе ілюстративну функцію, але для статистичного аналізу необхідно використання методу `describe()` [7 с. 108]. Цей метод виконує первинний статистичний аналіз та розраховує наступні характеристики: кількість ненульових елементів (`count`); мінімальне (`min`), максимальне (`max`), середнє значення (`mean`); перший (75%), другий (50%) та третій (75%) кватилі.

Отже, виконавши SQL запит «SELECT \* from SetDatePC\_InstanceCPPPercentage», можна отримати дані про навантаження центрального процесора (ЦП), але для початку аналізу необхідно відібрати виміри проведені одночасно та для всього ЦП в цілому, а не для певного ядра (рис. 3).



Рис. 3. Результат розрахунку дескриптивної статистики

Первинний статистичний аналіз має включати в себе також визначення моди та медіани. Мода – це значення, що зустрічається в множині найчастіше. Однією з ознак наявності шкідливого ПЗ в мережі є величина моди

ознаки навантаження ЦП у розмірі 100. В бібліотеці Pandas пошук моди реалізується за допомогою методу `mode()`. Медіана – це величина ознаки, що розташована посередині ранжованого ряду ознак. Можливо використати метод `mean()` для визначення середнього значення використання певного обчислювального ресурсу.

```

1 import pandas as pd
2 import sqlite3
3
4 con = sqlite3.connect("db.sqlite3")
5 df = pd.read_sql_query("SELECT * from SetDatePC_InstanceCPPPercentage;", con)
6 mean_1=df['Percentage'].mean()
7 mode_1=df['Percentage'].mode()
8 print(f'Mean {mean_1}')
9 print(f'Mode {mode_1}')
10 con.close()

```

[9] ✓ 0.0s

... Mean 48.888888888888886  
Mode 0 53

Рис. 4. Визначення моди та медіани використання ЦП

Після визначення всіх перерахованих вище характеристик отримані дані моніторингу обчислювальних ресурсів можливо візуалізувати. Доцільно застосовувати бібліотеки Matplotlib та Seaborn для відображення гістограм, діаграми розсіювання ознак, кореляційних матриць тощо [8, с. 151].

Гістограма являє собою представлення розподілу числових ознак визначених характеристик. Як вже згадувалось вище, наявність асиметрії в гістограмі даних про використання обчислювальних ресурсів ЗВО свідчить про проблеми в мережі. Діагностування проблем, таким чином, потребує відображення одночасно чотирьох характеристик: відсоток використання ЦП, відсоток використання графічного процесора, відсоток використання оперативної пам'яті, відсоток зайнятого об'єму накопичувача даних (рис. 5).

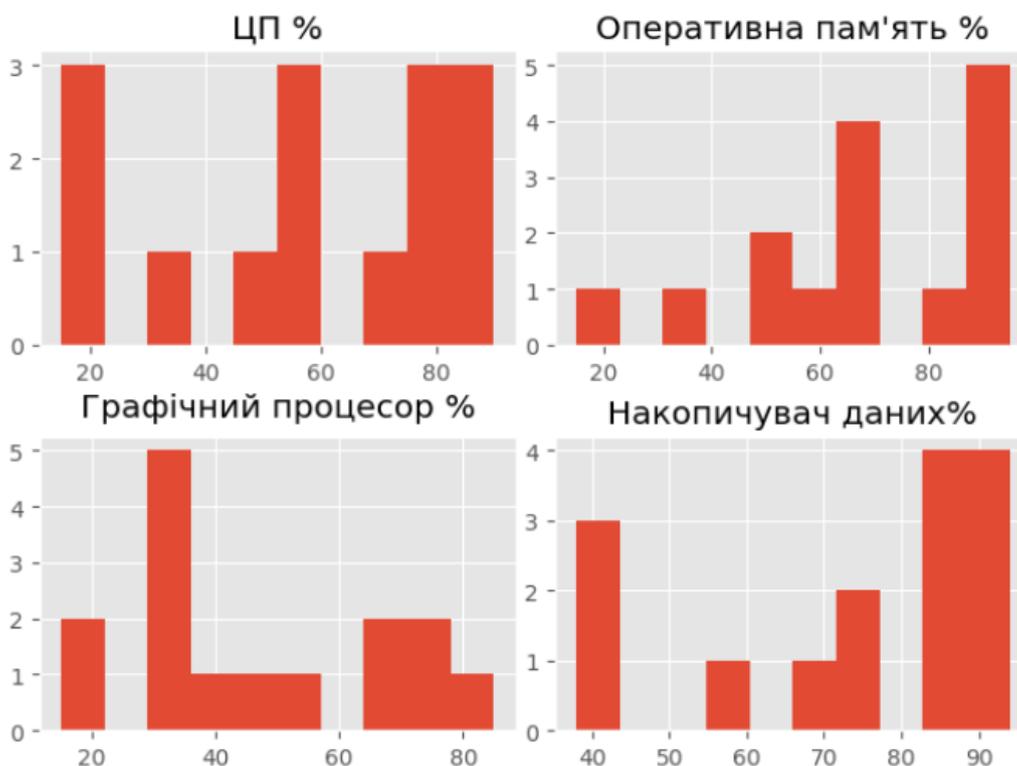


Рис. 5. Гістограми використання обчислювальних ресурсів

Гістограми на рисунку 5 демонструють, що найбільше, в одній з лабораторій мережі ЗВО, використовується оперативна пам'ять, але більшість ЦП навантажена не більше, ніж на 50%, що може вказувати на відсутність

шкідливого ПЗ в мережі. Проте, залишається потреба визначити деякі проблеми апаратного забезпечення, наприклад, падіння швидкості запису даних на накопичувач (HDD/SSD) призводить до збільшення навантаження на оперативну пам'ять. Визначити проблеми такого плану можна, використавши діаграму розсіювання. Діаграма розсіювання, також відома як scatter plot – це графік, який використовується для відображення залежності між двома змінними. Діаграма розсіювання складається з точок, розташованих на графіку, де кожна точка представляє значення двох змінних для одного спостереження. Горизонтальна вісь зазвичай відображає значення однієї змінної, а вертикальна вісь – значення іншої змінної. Інструментарій Matplotlib та Seaborn дозволяють виконувати побудову різних варіацій діаграм розсіювання. Наприклад, метод `jointplot()` дозволяє малювати комбінований графік гістограм та діаграм розсіювання.

Використовуючи зазначений інструментарій, можна дослідити залежності між ознаками попарно. Так, наприклад, можна побудувати діаграму розсіювання для відсотка завантаженості ЦП та використання оперативної пам'яті. (рис. 6).

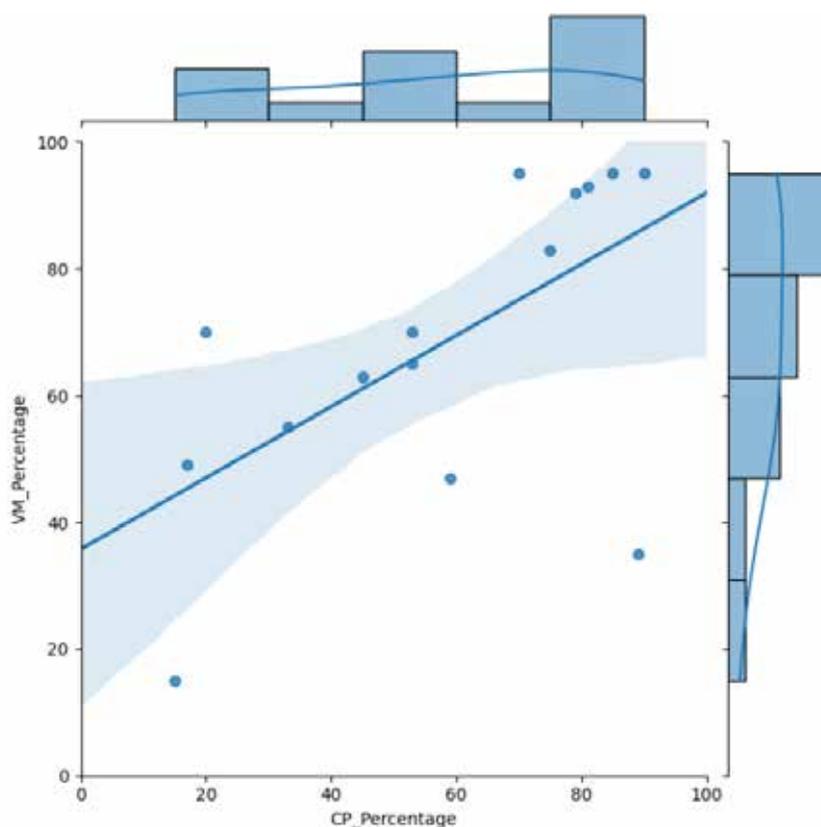


Рис. 6. Діаграма розсіювання даних про використання оперативної пам'яті та навантаження ЦП

Отримане графічне представлення дозволяє швидко оцінити, як розподілені дані, та визначити, чи є залежність між двома ознаками. Представлені гістограми можуть бути використані для порівняння розподілів даних. Наприклад, для порівняння результатів моніторингу використання обчислювальних ресурсів в різні дні.

Гістограми та діаграми розсіювання можуть допомогти в прогнозуванні майбутніх тенденцій. У випадку, коли діаграма розсіювання показує сильну залежність між двома змінними, можна передбачити необхідність оновлення певного апаратного забезпечення в мережі ЗВО або визначити наявність шкідливого ПЗ та запобігти втраті даних.

#### Висновки

- 1) Досліджено вплив шкідливого ПЗ на рівень використання обчислювальних ресурсів. Наведено опис особливостей споживання обчислювальних ресурсів одним з найбільш відомих вірусів-шифрувальників Retya.
- 2) Проаналізовано інструментарій моніторингу використання обчислювальних ресурсів ЗВО, наведено архітектуру БД для зберігання зібраних даних.
- 3) На основі Pandas розроблено ПЗ для проведення первинного статичного аналізу. Запропоновано використання DataFrame для визначення розрахунку дескриптивної статистики, визначення моди та медіани. Застосовано бібліотеки Matplotlib та Seaborn для візуалізації результатів моніторингу використання обчислювальних ресурсів ЗВО. Наведено приклад застосування діаграм розсіювання для визначення взаємозв'язку певних ознак.

Застосунок розроблений мовою загального призначення Python, що підтримує велику кількість різного інструментарію, в тому числі реалізацію методів штучного інтелекту, що можуть бути інтегровані для проведення подальшого аналізу даних про використання обчислювальних ресурсів ЗВО. Результати роботи розробленого ПЗ можуть бути використані різними ЗВО для визначення наявності проблем апаратного забезпечення та запобігання розповсюдження шкідливого ПЗ.

#### Список використаної літератури

1. Leonardi L., Bello L. Lo, Agliano S. Priority-based bandwidth management in virtualized software-defined networks. *Electronics*. Vol. 9, Issue 6. P. 1-6.
2. Somani G., Chaudhary S. Application Performance Isolation in Virtualization. 2009 IEEE International Conference on Cloud Computing(2009). DOI:10.1109/CLOUD.2009.78. P. 41–48.
3. Кандиба І. О., Горбань Г. В., Фісун М. Т., Ткаченко М. П. Дослідження апаратно-технічного стану локальної мережі закладу вищої освіти засобами мови Python. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського*, 2022. № 3 т.33 С. 44 -49.
4. Чупілко Т., Чупілко О., Мормуль М. Проектування і програмна реалізація автоматизованої системи відвідуваності та аналізу даних в закладах освіти. *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. Випуск. 56, Том 1. 2023. С. 35–43.
5. Aidan J. S., Verma H. K., Awasthi L. K. Comprehensive survey on petya ransomware attack. 2017 International Conference on Next Generation Computing and Information Systems (ICNGCIS)(2017). P. 122–125.
6. Bantilan N. Pandera: Statistical data validation of pandas dataframes. *Proceedings of the Python in Science Conference (SciPy)(2020)*. P. 116–124.
7. Teoh T. T., Rong Z. Python for Data Analysis. *Artificial Intelligence with Python*. Springer, 2022. P. 107–122.
8. Bisong E., Matplotlib and seaborn. *Building Machine Learning and Deep Learning Models on Google Cloud Platform: A Comprehensive Guide for Beginners*. 2019. P. 151–165.
9. Горбань Г. В., Кандиба І. О., Антіпова К. О., Кірей К. О. Первинний та візуальний аналіз даних спортивних результатів з академічного веслування засобами мови python з використанням бібліотек PANDAS, MATPLOTLIB ТА SEABORN. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. Том 3. С. 27–37.*
10. Несвіт М. І., Несвіт К. В. Розв'язання математичних задач сучасними мовами програмування та технологіями. Модернізація вищої освіти в Україні та проблеми управління якістю підготовки фахівців у технічному університеті : зб. матеріалів університетської. наук.-метод. конф. ХНУБА. Харків. С. 120–123.

#### References

1. Leonardi L., Lo Bello, L., & Agliano, S. (2020). Priority-based bandwidth management in virtualized software-defined networks. *Electronics*, 9(6), 1009. DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics9061009>
2. Somani G., & Chaudhary S. (2009). Application Performance Isolation in Virtualization. 2009 IEEE International Conference on Cloud Computing, pp. 41–48. DOI: <https://doi.org/10.1109/CLOUD.2009.78>
3. Kandyba I. O., Horban H. V., Fisun M. T., Tkachenko, M. P. (2022). Analysis of the hardware and technical state of the local network of a university's using the language Python. *Scientific notes of Taurida National V.I. Vernadsky University". Series: Technical Sciences*, 33(3), pp. 44–49. DOI: <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.3/07>
4. Chupilko T. A., Chupilko O. S., Mormul M. F. (2023) Design and software implementation of the automated attendance system and data analysis in educational institutions. *University of Customs and Finance, Dnipro*, pp. 35–43 DOI: <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2023-56-1-35-43>
5. Aidan J. S., Verma H. K., & Awasthi L. K. (2017). Comprehensive survey on petya ransomware attack. 2017 International Conference on Next Generation Computing and Information Systems (ICNGCIS), pp.122–125. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICNGCIS.2017.30>
6. Bantilan N. (2020). Pandera: Statistical data validation of pandas dataframes. *Proceedings of the Python in Science Conference (SciPy)*, pp. 116–124.
7. Teoh T. T., & Rong Z. (2022). Python for Data Analysis. In *Artificial Intelligence with Python* (pp. 107–122). Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-981-16-8615-3>
8. Bisong E.(2019). Matplotlib and seaborn. *Building Machine Learning and Deep Learning Models on Google Cloud Platform: A Comprehensive Guide for Beginners*, P. 151–165. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4470-8>
9. Horban H. V., Kandyba I. O., Antipova K. O., Kirei K. O. (2022). Primary and visual analysis of rowing performance data by means of python using Pandas, Matplotlib and Seaborn libraries. *Taurida Scientific Herald*. pp. 27–37 DOI: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.3.3>
10. Nesvit M. I., Nesvit K. V. (2020) Solving mathematical problems in modern programming languages and technologies. *Modernization of higher education in Ukraine and problems of quality management training of technical specialists universities*. Kharkiv: KNUBA. pp 120–123.

**О. В. ОЛЬХОВСЬКА**

кандидат фізико-математичних наук,  
завідувач кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій  
Полтавський університет економіки і торгівлі  
ORCID: 0000-0001-5366-5995

**О. П. КОШОВА**

кандидат фізико-математичних наук,  
доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій  
Полтавський університет економіки і торгівлі  
ORCID: 0000-0003-0794-6774

**Д. М. ОЛЬХОВСЬКИЙ**

кандидат фізико-математичних наук,  
доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій  
Полтавський університет економіки і торгівлі  
ORCID: 0000-0003-0313-6977

**Д. С. СЕМИКОЗ**

магістр спеціальності «Комп'ютерні науки»  
Полтавський університет економіки і торгівлі  
ORCID: 0009-0007-3755-695X

## РОЗРОБКА WEB-ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ В ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

У даній роботі досліджена проблема розробки елементів програмного забезпечення для формування розкладу в вищому навчальному закладі. Були проаналізовані останні дослідження та публікації в цій галузі, які підтверджують актуальність даної проблеми. Сформульовано мету розробки елементів програмного забезпечення з використанням діаграми прецедентів. Застосунок для формування розкладу в ЗВО є важливим елементом забезпечення якості навчального процесу, оскільки дозволяє забезпечити оптимальне використання ресурсів, ефективний розподіл навчальних навантажень, зниження конфліктів та покращення якості навчання. При проектуванні застосунку необхідно враховувати потреби та очікування користувачів. Була розроблена діаграма прецедентів для викладачів, студентів та диспетчерської служби з описом їх дій при формуванні розкладу. Для цього було використано редактор діаграм для Windows і редактор векторної графіки Microsoft Visio із застосуванням сценарію виконання UML. Розглянуто основні задачі, які вирішуються при складанні розкладу занять. Сформовано рекомендовані умови для створення оптимального розкладу для студентів і викладачів. Побудовано блок-схему формування розкладу, що передбачає дотримання оптимальних обмежень, перевірку конфліктів при розподілі навчального навантаження і використанні аудиторного фонду, подальших змін за потребою. Розробка застосунку відбувається у вигляді сайту Single Page Application на мовах програмування PHP, JavaScript і їх фреймворках Laravel та Vue.js. Laravel – для розробки серверної частини додатків, а Vue.js – для розробки клієнтської частини. Описано, як встановлювати та налаштовувати ці фреймворки та як їх поєднувати для створення веб-додатків з багатофункціональними можливостями. Розробка застосунку для формування розкладу може допомогти зменшити кількість помилок, пов'язаних з ручним складанням розкладу, а також зменшити витрати на час та ресурси, які затрачаються на розклад.

**Ключові слова:** програмне забезпечення застосунку, формування розкладу, заклад вищої освіти.

**O. V. OLHOVSKA**

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,  
Head of the Department of Computer Sciences and Information Technologies  
Poltava University of Economics and Trade  
ORCID: 0000-0001-5366-5995

**O. P. KOSHOVA**

Candidate of Pedagogical Sciences,  
Associate Professor at the Department of Computer Sciences  
and Information Technologies  
Poltava University of Economics and Trade  
ORCID: 0000-0003-0794-6774

D. M. OLKHOVSKY

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,  
Associate Professor at the Department of Computer Sciences  
and Information Technologies  
Poltava University of Economics and Trade  
ORCID: 0000-0002-0585-3307

D. S. SEMYKOZ

Master's Degree in "Computer Science"  
Poltava University of Economics and Trade  
ORCID: 0009-0007-3755-695X

## DEVELOPMENT OF APPLICATION SOFTWARE ELEMENTS FOR THE FORMATION OF A SCHEDULE IN UNIVERSITIES

*This work examines the problem of developing software elements for the formation of a schedule in universities. The latest studies and publications in this field were analyzed, which confirm the relevance of this problem. The goal of developing software elements using the precedent diagram is formulated. The application for creating a schedule in universities is an important element of ensuring the quality of the educational process, as it allows you to ensure optimal use of resources, effective distribution of educational loads, reduction of conflicts and improvement of the quality of education. When designing an application, it is necessary to take into account the needs and expectations of users. A precedent diagram was developed for teachers, students, and the dispatch service, describing their actions in the formation of the schedule. For this, the diagram editor for Windows and the Microsoft Visio vector graphics editor using the UML execution script were used. The main tasks that are solved when drawing up the schedule of classes are considered. Recommended conditions for creating an optimal schedule for students and teachers have been formed. A block diagram of the formation of the schedule has been built, which provides for the observance of optimal restrictions, the verification of conflicts in the distribution of the educational load and the use of the classroom fund, further changes as necessary. The development of the application takes place in the form of a Single Page Application site using the programming languages PHP, JavaScript and their Laravel and Vue.js frameworks. Laravel – for the development of the server part of applications, and Vue.js – for the development of the client part. It describes how to install and configure these frameworks and how to combine them to create rich web applications. Developing a scheduling application can help reduce the errors associated with manual scheduling and reduce the time and resources spent on scheduling.*

**Key words:** application software, scheduling, institution of higher education.

### Постановка проблеми

У більшості закладів вищої освіти (ЗВО) немає ефективної системи формування розкладу занять, що призводить до витрат часу та зусиль викладачів та адміністрації на його складання та корекцію. Недостатня автоматизація цього процесу призводить до помилок, затримок та неефективного використання ресурсів закладу. Розробка елементів програмного забезпечення для формування розкладу може вирішити ці проблеми та покращити ефективність процесу планування занять в ЗВО. Однак, розробка таких елементів може стикатися з рядом технічних та організаційних складнощів, таких як інтеграція з існуючими системами управління навчальним процесом, забезпечення безпеки даних та зручності використання користувачами різного рівня підготовки.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Розклад навчальних занять – важливий документ закладу вищої освіти, яким регламентується академічна робота студентів і викладачів. Вимоги, які враховуються при складанні розкладу навчальних занять, такі [1]:

- виконання робочих навчальних планів та графіків навчального процесу;
- створення належних умов праці для професорсько-викладацького складу;
- рівномірний розподіл навчального навантаження впродовж тижня (бажано уникати наявності «вікон») та дотримання усіх вимог щодо кількості пар на день, тиждень тощо;
- ефективного використання аудиторного фонду.

Одним з підходів до розробки застосунків для формування розкладу є використання алгоритмів оптимізації. Ці алгоритми дозволяють знайти оптимальне рішення для складання розкладу, враховуючи різні обмеження та вимоги, такі як кількість студентів, кількість викладачів, наявність аудиторій, розклад підгруп тощо. Ще одним підходом є використання машинного навчання та штучного інтелекту. Застосування цих технологій дозволяє автоматично аналізувати дані про студентів та викладачів, враховувати їхні переваги та обмеження та швидко складати оптимальний розклад. Окрім того, існують деякі готові рішення, які вже успішно використовуються в різних ЗВО.

Актуальність розробки програмного забезпечення застосунку для формування розкладу в навчальному закладі можна обґрунтувати з точки зору забезпечення ефективності та точності процесу складання розкладу, зменшення кількості помилок та оптимізації витрат на розклад.

### Мета роботи

Розробка програмного забезпечення застосунку для формування розкладу в ЗВО, що допоможе автоматизувати процес формування розкладу.

### Виклад основного матеріалу

Програмне забезпечення для формування розкладу потребує розуміння вимог користувачів, дослідження процесу формування розкладу та знання технологій розробки програмного забезпечення.

Першим етапом розробки є визначення потреб користувачів та вимог до функціональності програмного забезпечення. Наприклад, користувачі можуть бажати мати можливість вибору предметів та груп, редагування розкладу та додавання відповідних даних до розкладу. Також, вимоги можуть включати можливість попереднього перегляду розкладу на тиждень, місяць або семестр.

Другим етапом розробки програмного забезпечення є дослідження процесу формування розкладу в ЗВО. Розклад формується на основі даних про доступність приміщень, доступність викладачів та їх освітніх компонентів, а також доступність студентів та їх груп.

Третім етапом є вибір технологій розробки програмного забезпечення та розробка його елементів. Наприклад, для розробки веб-застосунку можуть використовуватись технології HTML, CSS, JavaScript та PHP.

**Перший етап.** Діаграма прецедентів демонструє можливі дії користувачів, які будуть взаємодіяти з застосунком для формування розкладу. Вона показує, що застосунок для формування розкладу може бути корисним для різних груп користувачів, таких як викладачі, студенти, адміністратори, які відповідають за розклад університету. Застосунок може допомогти їм швидко та ефективно створювати розклад, враховуючи всі необхідні обмеження та вимоги.

Окрім того, розробка застосунку для формування розкладу може допомогти зменшити кількість помилок, пов'язаних з ручним складанням розкладу, а також зменшити витрати на час та ресурси, які затрачаються на розклад.

Застосунок повинен бути здатний забезпечувати різні функції для різних груп користувачів.

Для викладачів:

- відображення розкладу за допомогою фільтрів;
- перегляд розкладу занять та іспитів;
- коригування розкладу із-за відповідних причин та автоматичне надсилання запиту про зміну диспетчерській службі.

Для студентів:

- відображення розкладу за допомогою фільтрів;
- перегляд розкладу;
- надсилання запиту викладачу про перенесення заняття або некоректність розкладу.

Для працівників диспетчерської служби:

- встановлення обмежень та вимог щодо розкладу;
- створення розкладу занять та іспитів;
- відслідковування процесу формування розкладу;
- відображення розкладу за допомогою фільтрів;
- перегляд розкладу;
- опрацювання запитів про зміну розкладу;
- редагування розкладу;
- перевірка наявності конфліктів у розкладі та їх вирішення.

Процес створення діаграми прецедентів для формування розкладу можна описати наступним чином:

1. Визначення основних акторів системи – визначається, які основні користувачі будуть взаємодіяти з системою формування розкладу.

2. Визначення основних прецедентів – визначається, які дії може виконувати актор у системі.

3. Визначення залежностей між прецедентами – визначається, які прецеденти взаємодіють між собою і яка є послідовність виконання цих прецедентів.

4. Створення діаграми прецедентів – на основі отриманої інформації складається діаграма прецедентів для системи формування розкладу.

5. Перевірка та вдосконалення діаграми – після створення діаграми прецедентів необхідно перевірити, чи відображає вона усі дії, які може виконувати актор у системі, та чи відображено правильну послідовність виконання цих дій. У разі необхідності діаграма може бути вдосконалена.

З огляду на це було створено діаграми для кожної групи користувачів. Для цього використано редактор діаграм для Windows і редактор векторної графіки Microsoft Visio із застосуванням сценарію виконання UML [2].

Викладачі можуть переглядати розклад і коригувати його за потреби, але зміни відбудуться лише після опрацювання відповідного запиту працівником диспетчерської служби (рис. 1) [3].

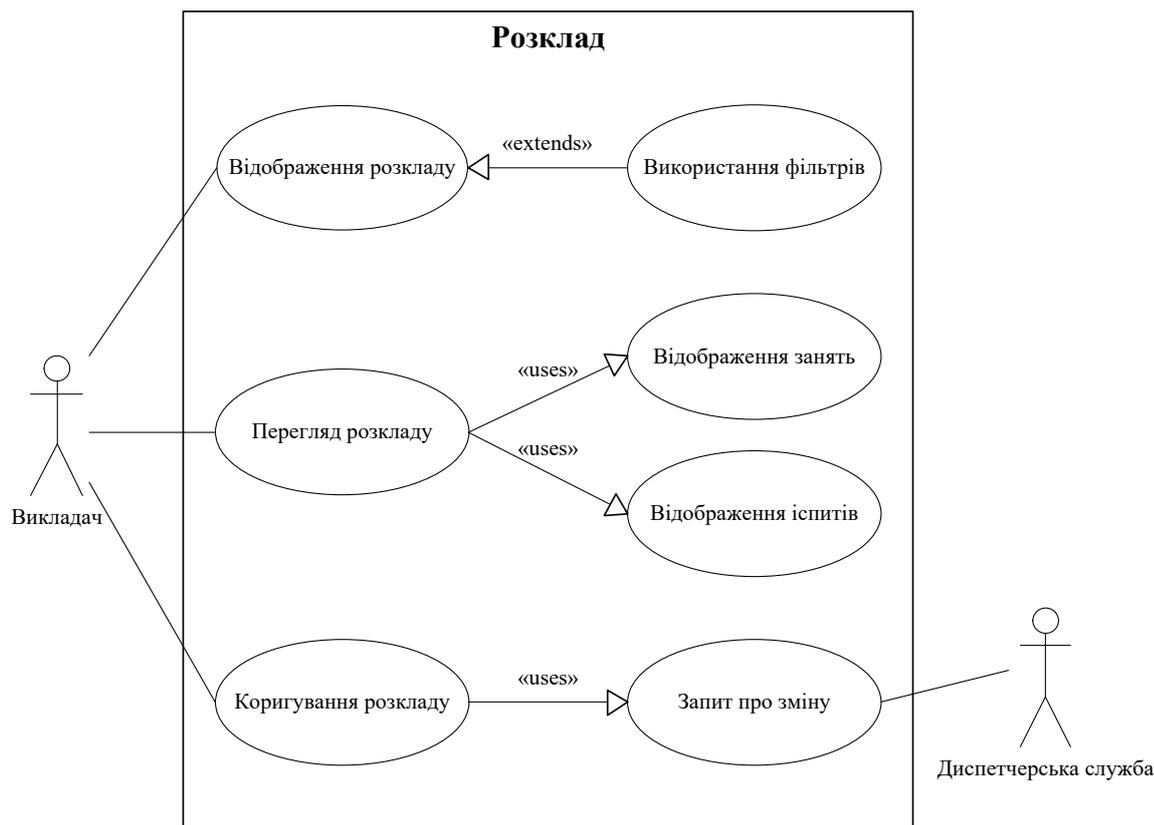


Рис. 1. Діаграма прецедентів для викладачів

Диспетчерська служба має повний доступ до формування та керування розкладом і приймає запити про подальші зміни в ньому. Важливим пунктом є перевірка конфліктів і їх вирішення, оскільки вони обов'язково будуть з'являтися (рис. 2) [3].

Студенти лише можуть переглядати розклад і при необхідності попросити викладача про перенесення занять. Якщо ж на погляд студентів розклад для групи сформовано некоректно для відвідування чи навчання, то також можна звернутися до викладача (рис. 3) [3].

**Другий етап.** Основні задачі, які вирішуються при складанні розкладу занять:

- виконання робочих навчальних планів та графіків навчального процесу;
- створення оптимального режиму роботи студентів протягом семестру;
- створення оптимальних умов праці для викладацького складу;
- рівномірний розподіл навчального навантаження впродовж тижня;
- ефективне використання аудиторного фонду.

Розклад навчальних занять повинен складатися на базі облікових одиниць навчального часу здобувачів освіти. Кредит ЄКТС – одиниця вимірювання обсягу навчального навантаження здобувача вищої освіти, необхідного для досягнення визначених (очікуваних) результатів навчання.

Навчальний день – складова частина навчального часу здобувачів вищої освіти тривалістю не більше 9 академічних годин. Таким чином, розклад занять здобувачів освіти не повинен перевищувати 4-х навчальних занять на день з урахуванням перерв між ними. Максимальне тижневе аудиторне навантаження за розкладом занять не повинно перевищувати 36 годин [4].

Студентоцентрирована організація навчального процесу передбачає забезпечення максимально прийнятних умов для навчання здобувачів вищої освіти, у тому числі і за рахунок оптимального розкладу навчальних занять. Рекомендовані умови для створення оптимального розкладу [4]:

- від 2-х до 4-х занять (пар) на день для академічної групи (підгрупи);
- рівномірний розподіл занять за днями тижня;
- щільне групування занять (мінімізація «вікон» між заняттями).

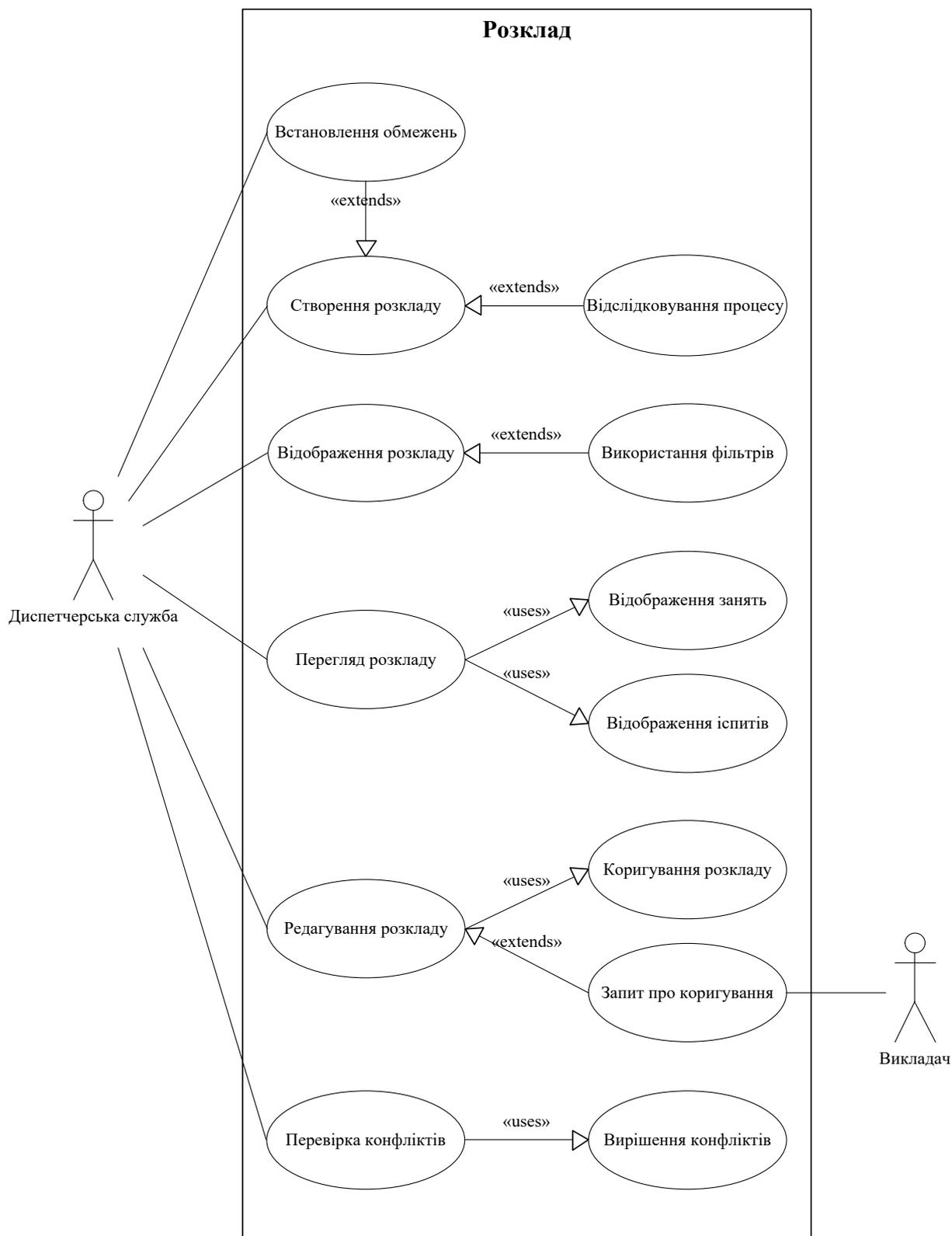


Рис. 2. Діаграма прецедентів для диспетчерської служби

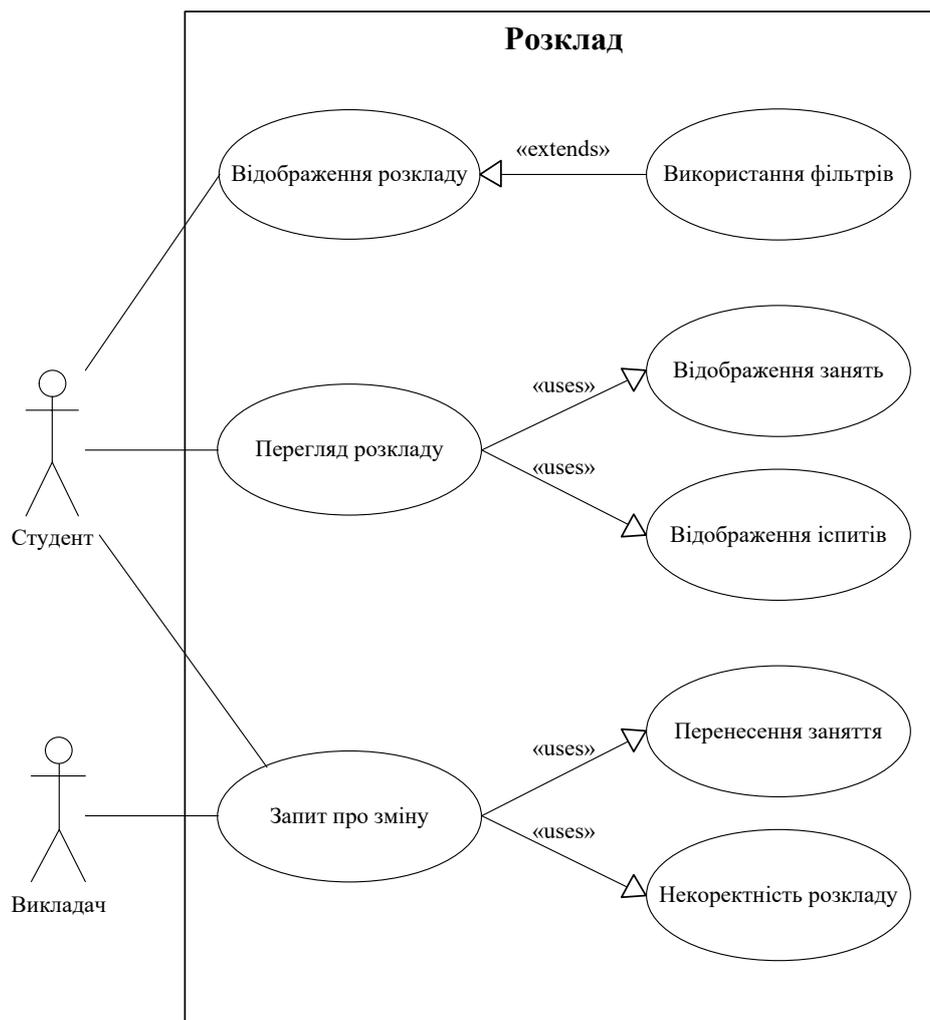


Рис. 3. Діаграма прецедентів для студентів

На основі цього було створено блок-схему формування розкладу, що передбачає дотримання оптимальних обмежень, перевірку конфліктів при розподілі навчального навантаження і використанні аудиторного фонду, подальших змін розкладу за потребою (рис. 4).

**Третій етап.** Розробка програми у вигляді сайту Single Page Application (SPA) є досить актуальною в наші дні, особливо з урахуванням зростання популярності веб-додатків та зменшення обсягу роботи, що потрібен для створення настільних програм.

Основна перевага SPA полягає в тому, що він забезпечує більш плавну та швидку взаємодію з користувачем, тому що сторінки не перезавантажуються під час навігації. Це дозволяє зменшити витрати на обробку та передачу даних, що забезпечує покращення продуктивності та швидкості веб-додатка.

Розробка сайту відбувається на двох мовах програмування, а саме PHP і JavaScript. Були використані Laravel та Vue.js – це два потужних інструменти для розробки сучасних веб-додатків. Laravel – це фреймворк для розробки серверної частини додатків, а Vue.js – це фреймворк для розробки клієнтської частини.

Розробка сайту з використанням Laravel та Vue.js дозволяє забезпечити ефективну та зручну розробку додатків з високою продуктивністю та інтерактивністю. Laravel дозволяє забезпечити швидку та зручну розробку серверної частини додатка, включаючи роботу з базою даних, аутентифікацію та авторизацію користувачів, маршрутизацію та інші функції.

Vue.js забезпечує зручну та швидку розробку клієнтської частини додатка, зокрема, забезпечує роботу зі станом додатка, динамічним оновленням сторінок та інші функції.

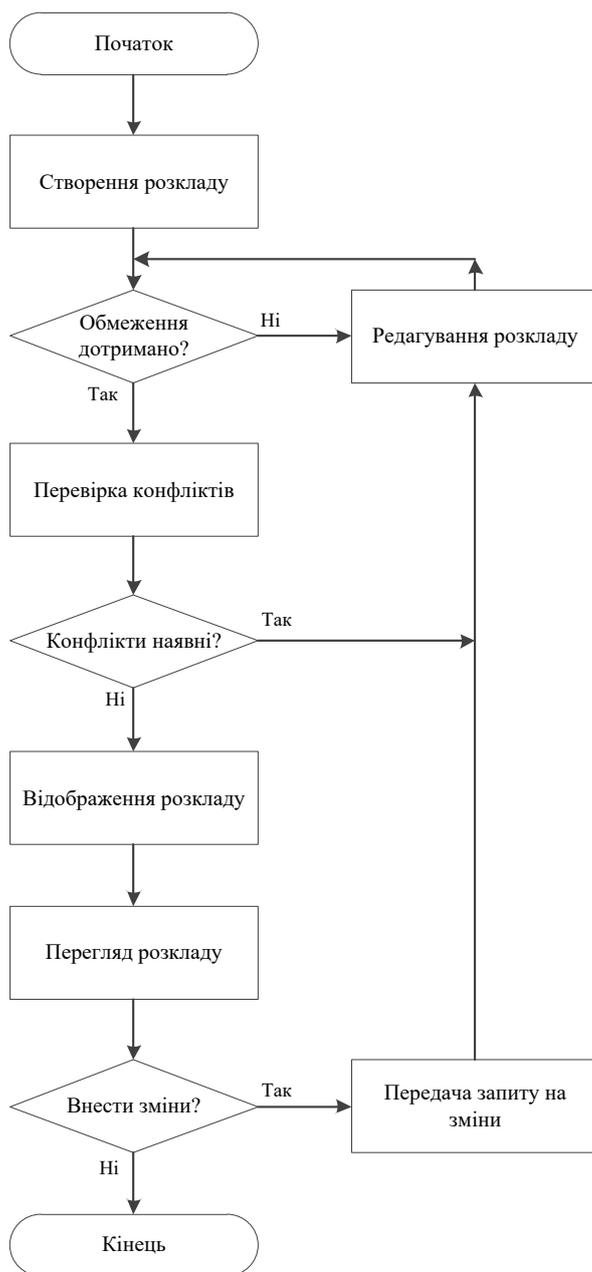


Рис. 4. Блок-схема формування розкладу

На етапі реалізації серверної частини створюються моделі бази даних, міграції, контролери, сервіси, провайдери та інші компоненти. Клієнтська частина – створюються компоненти, директиви, фільтри, сторінки та інші елементи, що забезпечують взаємодію з користувачем. Після створення серверної та клієнтської частин додатку проводиться їх інтеграція, що передбачає підключення до бази даних, взаємодію між сервером та клієнтом, обробку запитів.

Встановлюється Laravel за допомогою Composer, виконавши команду в терміналі:

```
composer create-project --prefer-dist laravel/laravel Rozklad
```

Після успішного встановлення було скопійовано «.env.example» файл в «.env» і виконано команду, щоб згенерувати ключ за шифрування: *php artisan key:generate*. Налаштування з'єднання з базою даних в файлі «.env» відбувається через заповнення наступних полів: DB\_DATABASE, DB\_USERNAME та DB\_PASSWORD. Потім створюються таблиці в базі даних: *php artisan migrate*. Для запуску сервера виконується команда: *php artisan serve*. Щоб встановити глобальний пакет vue-cli, слід виконати команду в терміналі: *npm install -g vue-cli*. Створюється новий проект: *vue init webpack rozklad*. Встановлюються залежності проекту і його запуск, виконавши команди: *npm install, npm run dev*.

Після цього вже виконуються додаткові налаштування і розпочинається процес розробки застосунку для формування розкладу в ЗВО.

#### Висновки

Таким чином, реалізовано web-застосунок для формування розкладу в ЗВО, що допоможе автоматизувати процес формування розкладу. Визначено основні групи користувачів і дії, які вони можуть виконувати у системі. Так викладачі і студенти мають схожий набір дій з розкладом, а працівники диспетчерської служби мають повний доступ до формування та керування розкладом. Для кожної групи користувачів створена відповідна діаграма прецедентів. Розглянуто процес формування розкладу в ЗВО і побудована відповідна блок-схема формування розкладу. Розробка застосунку відбувається у вигляді сайту Single Page Application (SPA) на мовах програмування PHP і JavaScript з використанням фреймворків Laravel та Vue.js. Планується подальша реалізація застосунку, його тестування і внесення додаткових налаштувань для покращення роботи з розкладом.

#### Список використаної літератури

1. Голуб Б.Л., Ветрова Д.В., Пронішина К.О. Програмна система формування розкладу занять у закладі вищої освіти [Електронний ресурс]. *Математичні машини і системи*. 2019. № 4. С. 100-109. Режим доступу: <https://doi.org/10.34121/1028-9763-2019-4-100-109>
2. Створення схеми сценарію виконання UML. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://support.microsoft.com/uk-ua/office/створення-схеми-сценарію-виконання-uml-92cc948d-fc74-466c-9457-e82d62ee1298>
3. Як будувати UML-діаграми. Розбираємо три найпопулярніші варіанти. Режим доступу: <https://dou.ua/forums/topic/40575/>
4. Положення про розклад навчальних занять у Харківському національному економічному університеті імені Семена Кузнеця. *Офіційний сайт Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця*. Режим доступу: <https://www.hneu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/11/Polozhennya-pro-rozklad-navchalnykh-zanyat-u-HNEU-2018.pdf>

#### References

1. Holub B.L., Vetrova D.V., Pronishyna K.O. (2019). Prohramna systema formuvanniarozkladuzaniatuzakladi vyshchoi osvity [Prohramna systema formuvannia rozkladu zaniat u zakladi vyshchoi osvity]. *Matematychni mashyny i systemy [Mathematical Machines and Systems]*, no. 4, P.100–109. Access mode: <https://doi.org/10.34121/1028-9763-2019-4-100-109>
2. Stvorennia skhemy stsenariiu vykonannia UML [Create a UML use case diagram [Electronic resource]]. Access mode: <https://support.microsoft.com/en-us/office/create-a-uml-use-case-diagram-92cc948d-fc74-466c-9457-e82d62ee1298>
3. Iak buduvaty UML-diahramy. Rozbyraiemu try naipopuliarnishi varianty. [How to build UML diagrams. We analyze the three most popular options [Electronic resource]]. Access mode: <https://dou.ua/forums/topic/40575/>
4. Polozhennia pro rozklad navchalnykh zaniat u Kharkivskomu natsionalnomu ekonomichnomu universyteti imeni Semena Kuznetsia [Regulations on the schedule of educational classes at Semyon Kuznets Kharkiv National University of Economics]. *Ofitsiynyi sait Kharkivskoho natsionalnoho ekonomichnoho universytetu imeni Semena Kuznetsia*. [The official website of Semyon Kuznets Kharkiv National University of Economics]. Access mode: <https://www.hneu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/11/Polozhennya-pro-rozklad-navchalnykh-zanyat-u-HNEU-2018.pdf>

## УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ

УДК 331.108.2

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.1.22>

І. М. ГЕРАЩЕНКО

кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри менеджменту логістики та інновацій  
Харківський національний економічний університет  
імені Семена Кузнеця  
ORCID: 0009-0002-3166-1277

## ПЛАНУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СТРАТЕГІЙ ПІДПРИЄМСТВ ЧЕРЕЗ ГАРМОНІЗАЦІЮ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ЛЮДСЬКИХ РЕСУРСІВ ТА ПІДПРИЄМСТВ ЯК РОБОТОДАВЦІВ НА РИНКУ ПРАЦІ

У даній роботі на основі виявлених тенденцій ринку праці в частині конкурентоспроможності суб'єктів господарювання на державному, регіональному та внутрішньокорпоративному рівнях автором сформульовано причини розбалансованості між конкурентоспроможністю підприємств та людських ресурсів на ринку праці. Представлено дані попиту та пропозиції за робітничими спеціальностями на ринку праці України в 2012–2021 рр. Положення означеної взаємодії автором запропоновано реалізовувати використовуючи модель комплексної гармонізації конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємств на ринку праці (рис. 2). Модель базується на двох рівнях – теоретичному та практичному на основі використання адміністративно-розпорядчих, соціально-психологічних та економічних методів в таких напрямках, як: організаційно-економічний, кадровий, науково-методичний, нормативно-правовий програмно-технологічний, фінансово-економічний та етико-моральний на мікро-, мезо- та мікрорівні, що дозволяє узгодити конкурентоспроможність людських ресурсів та підприємств на ринку праці. Згідно існуючих та виявлених недоліків автором запропоновано відокремлювати напрями співпраці в площині забезпечення гармонізації конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємств на ринку праці: організаційно-інформаційний, кадровий, науково-методичний, нормативно-правовий, програмно-технологічний, фінансово-економічний, етико-моральний. Слід зазначити, що тільки комплексне застосування напрямів співпраці дозволяє вирішити виявлені проблеми розбалансованості конкурентоспроможності. Розроблена модель комплексна гармонізації конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємств на ринку праці, що базується на теоретичному й практичному рівні на основі відокремлення суб'єктів, методів та рівнів забезпечення, а також напрямів співпраці, що дозволить узгодити діяльність: закладів освіти у частині випуску фахівців та робітників із необхідним набором компетентностей; підприємств – при плануванні й покритті потреб у працівниках; людських ресурсів – при усвідомленні того, яка професія користується попитом на ринку праці; служб зайнятості – координації роботи зацікавлених суб'єктів.

**Ключові слова:** планування, ефективність стратегій, гармонізація, конкурентоспроможність людських ресурсів, конкурентоспроможність підприємств, роботодавці, ринок праці, підприємства.

І. М. HERASHCHENKO

Ph.D. in Economics, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Logistics Management  
and Innovation  
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics  
ORCID: 0009-0002-3166-1277

## PLANNING THE EFFICIENCY OF ENTERPRISE STRATEGIES THROUGH HARMONIZATION OF COMPETITIVENESS OF HUMAN RESOURCES AND ENTERPRISES AS EMPLOYERS IN THE LABOR MARKET

In this paper, based on the identified trends in the labor market in terms of competitiveness of business entities at the state, regional and intra-corporate levels, the author formulates the reasons for the imbalance between the competitiveness of enterprises and human resources in the labor market. The author presents data on supply and demand for working specialties in the labor market of Ukraine in 2012–2021. The author proposes to implement the provisions of this interaction using a model of integrated harmonization of competitiveness. The model is based on two levels – theoretical and practical, based on the use of administrative, social, psychological and economic methods in the following areas: organizational and economic, personnel, scientific and methodological, regulatory, software and technological, financial, economic and ethical and moral at the micro, meso and micro levels, which allows to harmonize the competitiveness of human resources and

*enterprises in the labor market. According to the existing and identified shortcomings, the author proposes to distinguish the following areas of cooperation in terms of ensuring harmonization of competitiveness of human resources and enterprises in the labor market: organizational and information, personnel, scientific and methodological, regulatory, software and technological, financial and economic, ethical and moral. It should be noted that only a comprehensive application of the areas of cooperation can solve the identified problems of imbalanced competitiveness. The article develops a model of comprehensive harmonization of competitiveness of human resources and enterprises in the labor market, based on theoretical and practical levels, on the basis of separation of subjects, methods and levels of provision, as well as areas of cooperation, which will allow to coordinate the activities of: educational institutions in terms of graduating specialists and workers with the set of competencies required by the market; enterprises – in planning and covering the needs for employees; human resources – in realizing which profession is in demand in the labor market.*

**Key words:** *planning, efficiency of strategies, harmonization, competitiveness of human resources, competitiveness of enterprises, employers, labor market, enterprises.*

### Постановка проблеми

Ринок праці виступає складним механізмом, що об'єднує різноманітних суб'єктів, які переслідують власні цілі: роботодавці – формування штату персоналу у відповідності з кількісними та якісними параметрами діяльності; наймані працівники – знаходження роботи, яка відповідає запитам згідно домінуючих мотивів особистості; держава – досягнення ефективної зайнятості у країні; державна служба зайнятості – здійснення соціального захисту безробітних та сприяння пошуку роботи; посередники – отримання винагороди за пошук та залучення працівників на запит підприємств, на яких з'являються вакантні посади / робочі місця; освітні установи – проведення підготовки робітників й фахівців для забезпечення їх ринковоорієнтованими компетентностями. Саме перетин інтересів вказаних суб'єктів і спричиняє проблемне коло питань, що лежать у неспівпадінні запитів роботодавців та сформованих компетентностей випускників навчальних закладів й частини економічно активного населення. Як свідчать дані останніх років, незатребуваними на ринку праці виступають економісти, менеджери, юристи. На противагу цьому, на представників робітничих професій спостерігається небувалий ажіотаж. З іншого боку, якщо кандидат перевищує вимоги до посади / робочого місця, не кожне підприємство може оплатити використання його компетентностей. У цьому випадку постає протиріччя між рівнем конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємства на ринку праці. Тож виникає проблемне коло питань з досягнення гармонізації рівня конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємства на ринку праці.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вирішенню проблем планування ефективності стратегій підприємств, конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємств присвячені наукові дослідження таких вчених, як: Геращенко І. М., Кармазіна О. О., Отенко І. П., Е. Лібанова, О. Цимбал, Л. Лісогор, І. Марченко, О. Ярош, В. С. Пономаренко, Романюк М. Д., Савченко В. А. Дослідження зазначених науковців стали науковим підґрунтям роботи.

### Формулювання мети дослідження

Мета статті планування ефективності стратегій підприємств через гармонізацію конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємств як роботодавців на ринку праці.

### Викладення основного матеріалу дослідження

На основі виявлених тенденцій ринку праці в частині конкурентоспроможності суб'єктів господарювання на державному, регіональному та внутрішньокорпоративному рівнях автором сформульовано причини розбалансованості між конкурентоспроможністю підприємств та людських ресурсів на ринку праці:

1. Високий рівень еміграції освіченої та інтелектуальної частини працездатного населення, особливо за часи незалежності України, що підірвало міць трудового потенціалу країни і, як наслідок, спустошило заділ в освітній, науково-дослідній, виробничій сферах. Біля 1,5–2 млн. громадян виїжджають за кордон для працевлаштування, причому 30% з них – жінки [4]. Як слушно зазначає Романюк М. Д., для талановитого працівника мотивацією еміграції є не лише вищий рівень зарплат та соціальних стандартів [7].

2. Непрестижність робітничих професій у суспільстві та особливо серед молоді, що пов'язано з безлічу чинників, серед яких: неефективність профорієнтаційної роботи щодо вибору майбутньої професії; зміна акцентів у вихованні молоді з перевагою на отримання вищої освіти, навіть без перспектив подальшого працевлаштування за отриманою престижною спеціальністю; матеріально-технічні проблеми професійно-технічних училищ забезпечувати якість підготовки робітників, особливо для сфери матеріального виробництва, що пояснюється незабезпеченістю наочними матеріалами, макетами обладнання, виробничих установок освітнього процесу; збільшення підготовки робітників для сфери послуг з нівелюванням уваги до підготовки робітників для потреб промисловості; небезпечні й шкідливі умови праці, що супроводжують зміст більшості робітничих професій

3. Орієнтація більшості навчальних закладів на теоретичне навчання, що виявляється у розбалансованості тих компетентностей, які роботодавці висувають до найманих працівників, й тих, які вони набувають в закладах освіти. На основі результатів анкетування роботодавців [6] виявлено, що найбільший пріоритет вони віддали трьом компетентностям практичної спрямованості: здатності до самостійного, якісного і вчасного виконання

завдань (56,2% респондентів); здатності до співпраці у процесі вирішення проблем (46,22%); здатності до пошуку й аналізу необхідної інформації (45,73%). Роботодавці в більшому ступені віддають перевагу кандидатам з досвідом практичної роботи, що відбивається на збільшенні кількості безробітних випускників навчальних закладів. Так, за офіційними даними Державного комітету статистики частка непрацевлаштованих після закінчення загальноосвітніх та вищих навчальних закладів I-IV рівнів акредитації в 2021 р. складає 17,3% від загальної кількості безробітних у віці 15–70 років, що на 0,3% більше значень 2019–2020 рр. Ця причина незайнятості посідає третє місце, поступаючись звільненням за власним бажанням та вивільненням з економічних причин (36,4 та 31,6% відповідно у 2021 р.) [4].

Таблиця 1

**Дані попиту та пропозиції за робітничими спеціальностями на ринку праці України  
в 2012–2021 рр.**

Роки	Кваліфіковані робітники сільського та лісового господарств, риборозведення та рибальства		Кваліфіковані робітники з інструментом		Робітники з обслуговування, експлуатації, складання та контролювання за роботою устаткування та машин		Найпростіші професії	
	потреба промислових підприємств у кадрах	чисельність незайнятого населення, що перебуває на обліку в службі зайнятості	потреба промислових підприємств у кадрах	чисельність незайнятого населення, що перебуває на обліку в службі зайнятості	потреба промислових підприємств у кадрах	чисельність незайнятого населення, що перебуває на обліку в службі зайнятості	потреба промислових підприємств у кадрах	чисельність незайнятого населення, що перебуває на обліку в службі зайнятості
2012	2,3	41,5	56,0	95,4	39,6	153,5	22,5	263,3
2013	1,9	37,9	50,7	79,5	33,4	138,5	24,2	215,3
2014	1,4	35,9	48,8	68,8	31,7	120,4	23,1	171,3
2015	0,8	42,0	20,1	116,3	14,4	176,8	13,6	194,8
2016	0,7	19,5	11,4	77,6	7,7	106,8	10,0	93,2
2017	0,7	22,8	13,2	69,9	7,9	107,2	9,9	103,2
2018	0,6	20,5	13,0	57,0	7,9	93,9	8,5	88,3
2019	0,6	20,3	9,7	60,5	6,7	101,3	6,8	89,3
2020	0,7	23,3	9,0	56,5	6,0	94,4	6,2	73,6
2021	0,4	24,4	6,4	58,9	5,2	94,3	5,0	73,4

*Джерело: складено за [3]*

Проте, визначальним чинником досягнення балансу між запитами роботодавців та «виходом» системи освіти виступає тісна співпраця цих суб'єктів між собою.

4. Формальне функціонування механізму співпраці між роботодавцями та освітніми установами, що обумовлений дією ряду чинників, а саме: автономією навчальних закладів у вирішенні обсягу контингенту учнів/студентів, величина якого коригується в залежності від кон'юнктури ринку освітніх послуг; незацікавленістю господарюючих суб'єктів приймати на практику студентів через відсутність мотиваційних механізмів щодо роботи керівників практики від підприємства (час роботи керівників з практикантами не оплачується ні підприємством, ні навчальним закладом, що знижує їх зацікавленість у передачі досвіду, проведенні занять, ознайомленні зі специфікою виробництва та управління тощо), що переводить цю роботу у формальну площину.

5. Низький рівень впровадження результатів наукових досліджень в діяльність підприємств, що підтверджується наступними фактами: неналагодженими зв'язками підприємств з науковими та освітніми установами в частині як прийому студентів на практику та працевлаштування випускників, прийняттям участі у наукових дослідженнях (опитуванні, анкетуванні, проведенні експериментів), так і виконанні госпдоговірних робіт на користь вирішення науково-прикладних проблем, що виникають на підприємствах [4]. Поряд з цим слід зазначити про низьку активність підприємств у створенні передових технологій порівняно з їх використанням: так, для підприємств промисловості це співвідношення складає 1:57, а в освіті – 1:4,9 (розраховано за даними [1]). Аналізуючи ці дані, вбачаємо ситуацію не продукування нового знання, а використання запозичених досягнень науки та техніки, що спричиняє знівечення наукового потенціалу нації та плату за користування продуктами більш високої інтелектуаломісткої доданої праці, ніж ту, яку, продукують вітчизняні підприємства. Взаємозв'язок інституційних учасників ринку праці для забезпечення гармонізації конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємств наведено на рис. 1.

В межах представленої взаємодії служби зайнятості населення з іншими суб'єктами ринку праці та з урахуванням виявлених проблем, сформульовано умови гармонізації конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємства, сутність яких лежить в площині не тільки особливостей функціонування ринку праці, але й ринків освітніх послуг, товарів, робіт, послуг, фінансових ринків на макро-, мезо- та мікрорівнях.

*Діяльність державного Центру зайнятості з:*

- складання планів та прогнозів у потребі працівників за відповідними професійно-кваліфікаційними групами в регіональному та загальнодержавному зрізі;
- організації співпраці роботодавців, їх об'єднань з навчальними закладами на державному рівні;
- складання аналітичних звітів та їх оприлюднення щодо ключових компетентностей, необхідних роботодавцю в регіональному та галузевому зрізах;
- узгодження попиту та пропозиції на працівників відповідних професійно-кваліфікаційних груп на державному рівні;
- розробки рекомендацій та пропозицій, їх практичне впровадження з узгодження запитів роботодавців в частині вимог до компетентнісного рівня працівників та можливостей робочої сили на ринку праці;
- активної участі служби зайнятості у розробці програм розвитку ринків праці та освітніх послуг

*Діяльність МОП<sup>3</sup>:*

- розбудова спроможності щодо аналізу дефіциту та надлишкової пропозиції кваліфікованих кадрів у результаті міграції;
- розбудова спроможності країн виїзду мігрантів щодо балансування міграційного потоку та повернення з національними потребами та потребами у кваліфікованих кадрах держав-членів ЄС;
- розбудова спроможності щодо обговорення схем трудової міграції, основаних на дотриманні прав людини, включаючи двосторонні угоди про соціальний захист, та управління цими схемами;
- розбудова спроможності щодо управління трудовою міграцією шляхом прийняття відповідного законодавства і залучення соціальних партнерів

<sup>1</sup> – конкурентоспроможність людських ресурсів і підприємства

<sup>2</sup> – ринок праці

<sup>3</sup> – [Офіційний сайт Міжнародної організації праці]

**Рис. 1. Взаємозв'язок інституційних учасників ринку праці для забезпечення гармонізації конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємств**

Положення означеної взаємодії автором запропоновано реалізовувати використовуючи модель комплексної гармонізації конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємств на ринку праці (рис. 2). Модель базується на двох рівнях – теоретичному та практичному на основі використання адміністративно-розпорядчих, соціально-психологічних та економічних методів в таких напрямках, як: організаційно-економічний, кадровий, науково-методичний, нормативно-правовий програмно-технологічний, фінансово-економічний та етико-моральний на мікро-, мезо- та мікрорівні, що дозволяє узгодити конкурентоспроможність людських ресурсів та підприємств на ринку праці.

Запропонована модель має два аспекти: теоретичний, що описує мету, функції, принципи, умови гармонізації конкурентоспроможності людських ресурсів й підприємства на ринку праці та практичний, який визначає суб'єктів, методи та рівні забезпечення, проблеми та напрями співпраці. При цьому теоретичний аспект визначає підґрунтя гармонізації рівнів з тим, щоб вивчити означені в моделі функції, принципи, умови, за допомогою яких суб'єкти отримують нові знання про реальну дійсність конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємств.

З їх використанням суб'єкт виконує певні дії (прописані в межах практичного рівня) в інтересах досягнення задалегідь поставленої цілі – забезпечення гармонізації конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємств на ринку праці. Теоретичний аспект концентрує увагу та зусилля на дослідженні засобів та методів пізнання означеного питання, що дозволяє більш докладно розглянути ті елементи, які відокремлено в моделі.

Функції у загальному вигляді означають роль та значення чого-небудь [2]. Відповідно до тлумачення, поданого у Великому тлумачному словнику, це «обов'язки, робота, зовнішній прояв властивостей якого-небудь об'єкту у даній системі відношень» [4]. Відповідно до функцій побудованої моделі, то їх склад включає: інтеграцію суб'єктів конкурентоспроможності, регулювання, врахування правових норм, професійну підготовку та навчання протягом життя, стимулювання зацікавленості у взаємодії суб'єктів забезпечення. Умовами моделі комплексної гармонізації конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємств на ринку праці виступають: функціонування внутрішньокорпоративного ринку праці; діяльність регіональних та державного центру зайнятості; додержання норм Міжнародної організації праці.

Визначені умови стають базисом для функціонування теоретичного рівня моделі, а нівелювання їх значущості призведе до руйнування цілісності та стрункості визначеної мети, функцій та принципів, що зведе нанівець реалізацію положень в межах практичного рівня. Зазначені умови безпосереднім чином визначають рівні забезпечення моделі. Причому виконання окремої умови відповідає забезпеченню гармонізації конкурентоспроможності на відповідних рівнях: мікро-, мезо-, макрорівні із обов'язковим дотриманням норм Міжнародної організації праці [7].

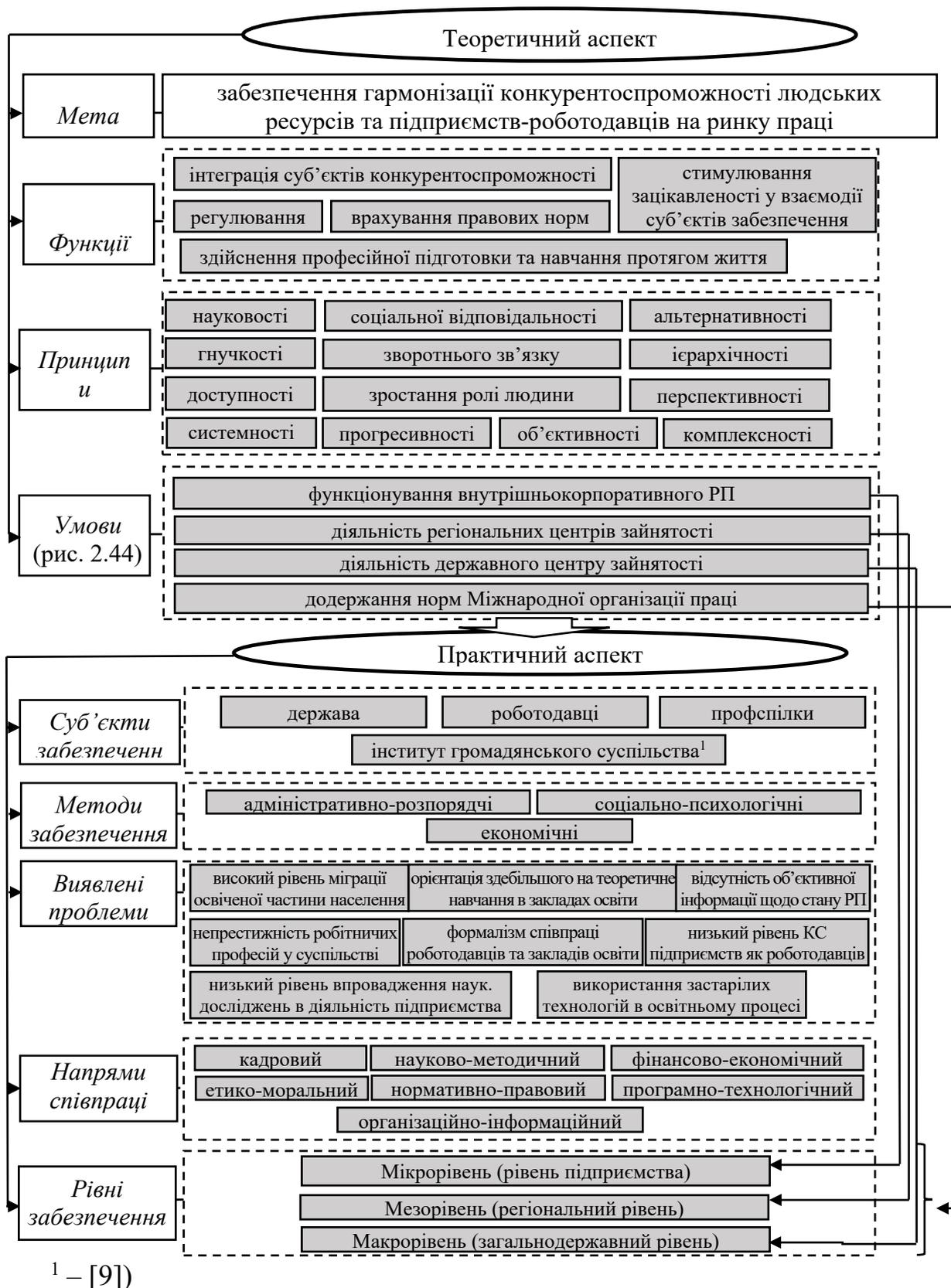


Рис. 2. Модель комплексної гармонізації конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємств як роботодавців на ринку праці

Переходячи до практичного рівня слід визначити, що він покликаний, на тому теоретичному базису, який вибудувався й обґрунтований в межах моделі, реалізувати практичні кроки із запровадження гармонізації конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємств на ринку праці. Так, він складається з наступних складових: суб'єктів, методів та рівнів забезпечення, проблем та напрямів співпраці [8].

Методи забезпечення визначають способи впливу суб'єктів на процес гармонізації із застосуванням комплексу інструментів задля досягнення поставленої мети моделі. Адміністративно-розпорядчі методи базуються на використанні комплексу нормативно-правового забезпечення, які регулюють забезпечення конкурентоспроможності і людських ресурсів, і підприємств, і ринку праці як майданчику перетину їх інтересів.

Згідно існуючих та виявлених недоліків автором запропоновано відокремлювати напрями співпраці в площині забезпечення гармонізації конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємств на ринку праці: організаційно-інформаційний, кадровий, науково-методичний, нормативно-правовий, програмно-технологічний, фінансово-економічний, етико-моральний. Слід зазначити, що тільки комплексне застосування напрямів співпраці дозволяє вирішити виявлені проблеми розбалансованості конкурентоспроможності.

Враховуючи змістовне наповнення та сутність напрямів співпраці за результатами застосування методу аналізу ієрархій, думку експертів – ведучих фахівців Харківського регіонального центру зайнятості, доведено, що існують проблеми у взаємодії учасників ринку праці – підприємств, як роботодавців, та людських ресурсів, як потенційних найманих працівників, в частині узгодження їх конкурентоспроможності. Базуючись на узагальненні літературних дерел та статистичній інформації щодо функціонування ринку праці визначено комплекс основних заходів, що реалізуються в межах напрямів співпраці.

#### Висновки

Розроблена модель комплексна гармонізації конкурентоспроможності людських ресурсів та підприємств на ринку праці, що базується на теоретичному й практичному рівні на основі відокремлення суб'єктів, методів та рівнів забезпечення, а також напрямів співпраці, що дозволить узгодити діяльність: закладів освіти у частині випуску фахівців та робітників із необхідним ринку набором компетентностей; підприємств – при плануванні й покритті потреб у працівниках; людських ресурсів – при усвідомленні того, яка професія користується попитом на ринку праці; служб зайнятості – координації роботи зацікавлених суб'єктів.

#### Список використаної літератури

1. Геращенко І. М. Оцінка рівня конкурентоспроможності людських ресурсів на ринку праці на основі компетентнісного підходу. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія «Міжнародні економічні відносини та світове господарство» : зб. наук. ст.* Ужгород : ВД «Гельветика», 2015. № 3. С. 71–76.
2. Наукова та інноваційна діяльність в Україні. Стат. зб. / Відп. за випуск Кармазіна О. О. К. : Державна служба статистики, 2014. 314 с. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
3. Лібанова Е., Цимбал О., Лісогор Л., Марченко І., Ярош О. Перехід на ринок праці молоді України/ Женева : МОП, 2014. 93 с. URL: [www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---.../wcms\\_302648.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---.../wcms_302648.pdf).
4. Отенко І. П., Полтавська Є. О. Управління конкурентними перевагами підприємства : монографія. Х. : ХНЕУ, 2005. 220 с.
5. Офіційний сайт Держкомстату України URL : <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
6. Пономаренко В. С. Проблеми підготовки компетентних економістів та менеджерів в Україні : монографія [Електронний ресурс]. Х. : ВД «ІНЖЕК», 2012. 327 с. URL : <http://competence.in.ua/2-7-job-placement-of-graduates/7#post-title>.
7. Романюк М. Д. Міграційні загрози національній безпеці України: сучасні виклики, проблеми подолання. *Демографія та соціальна економіка*. 2015. № 3 (25). С. 99–111.
8. Савченко В. А. Розвиток персоналу : підручник. К. : КНЕУ, 2015. 505 с.
9. Служба зайнятості виходить з-під трипартиїної системи управління // Офіційний сайт «Голос столиці» URL: [http://newsradio.com.ua/2015\\_10\\_02/Sluzhba-zajnjatost-vihodit-z-p-d-tripart-jno-sistemi-upravl-nnja-ekspert-6813/](http://newsradio.com.ua/2015_10_02/Sluzhba-zajnjatost-vihodit-z-p-d-tripart-jno-sistemi-upravl-nnja-ekspert-6813/).

#### References

1. Herashchenko I. M. (2015) Otsinka rivnia konkurentospromozhnosti liudskykh resursiv na rynku pratsi na osnovi kompetentnisonoho pidkhodu. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriiia «Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo» : zb. nauk. st.* Uzhhorod : VD «Helvetyka», № 3. pp. 71–76.
2. Naukova ta innovatsiina diialnist v Ukraini. Stat. zb. / Vidp. za vypusk Karmazina O. O. K. : Derzhavna sluzhba statystyky, 2014. 314 p. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
3. Libanova E., Tsybmal O., Lisohor L., Marchenko I., Yarosh O. (2014) *Perekhid na rynek pratsi molodi Ukrainy*. Zheneva : MOP, 93 p. URL: [www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---.../wcms\\_302648.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---.../wcms_302648.pdf).
4. Otenko I. P., Poltavska Ye. O. (2005) *Upravlinnia konkurentnyimi perevahamy pidpriyemstva : monohrafiia*. Kh. : KhNEU, 220 p

5. Ofitsiynyi sait Derzhkomstatu Ukrainy. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
6. Ponomarenko V. S. (2012) *Problemy pidhotovky kompetentnykh ekonomistiv ta menedzheriv v Ukraini* : monohrafiia. Kh. : VD «INZhEK», 327 p. URL: <http://competence.in.ua/2-7-job-placement-of-graduates/7#post-title>.
7. Romaniuk M. D. (2015) Mhratsiini zahrozy natsionalnii bezpetsi Ukrainy: suchasni vyklyky, problemy podolannia. *Demohrafiia ta sotsialna ekonomika*. № 3 (25). pp. 99–111.
8. Savchenko V. A. (2015) *Rozvytok personalu* : pidruchnyk. 2-he vyd., pererob. i dop.K. : KNEU, 505 p.
9. Sluzhba zainiatosti vykhodyt z-pid trypartiinoi systemy upravlinnia // Ofitsiynyi sait «Holos stolytsi» URL: [http://newsradio.com.ua/2015\\_10\\_02/Sluzhba-zajnjatost-vihodit-z-p-d-tripart-jno-sistemi-upravl-nnja-ekspert-6813/](http://newsradio.com.ua/2015_10_02/Sluzhba-zajnjatost-vihodit-z-p-d-tripart-jno-sistemi-upravl-nnja-ekspert-6813/).

Я. І. МАНДРИК

доктор історичних наук,  
професор кафедри суспільних наук  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
ORCID: 0000-0001-6663-4880

## РАДЯНСЬКІ УПРАВЛІНЦІ В СЕЛАХ УКРАЇНИ: ЇХ ФОРМУВАННЯ ТА ПІДГОТОВКА В 1930-Х РР. (КОМПАРТІЙНІ ПЕРСОНАЛІЇ НОВІТНЬОЇ ІСТОРІЇ УКРАЇНИ: ПРАВДА І ФАЛЬШ)

У статті на основі наукових досліджень та неопублікованих архівних документів, історичних джерел того часу вивчено систему підготовки управлінців, спеціалістів, кадрів середньої ланки в роки масової насильницької колективізації в радянській Україні. Широкомасштабне вторгнення російської федерації на суверенну територію Української держави 24 лютого 2022 року кардинально змінило парадигму національної самосвідомості громадян нашої держави, по-новому постала проблематика наукових досліджень радянського періоду історії України. Радянська влада була встановлена у формі окупаційного режиму зі сторони радянської росії. Такий підхід поширюється, очевидно, і на дослідження системи підготовки управлінців в селах радянської України в 1930-х роках. Так, проведення колективізації компартійними органами було неможливим без забезпечення сільського господарства цими кадрами. Адже знищення приватної власності проводилось примусово, злочинним способом і була необхідна величезна армія різних наглядачів аби процеси колективізації відбулися. Підготовлені управлінські кадри були тими персоналіями, які примусово насаджували абсолютно чужу радянську форму влади в тогочасних селах. Саме вони несуть повну відповідальність за ті злочини, які відбувалися в селах тоді. Час вимагав швидких змін, довготривала підготовка була неможлива і радянське керівництво іде на створення різних короткотермінових курсів, шкіл для підготовки цих кадрів. Така система формування управлінців і спеціалістів сільського господарства давала певні кількісні показники, але якісний бік був різко негативний. Такий розвиток не відповідав інтересам радянської України. Від цих кадрів вимагали певних планових показників, яких необхідно було досягнути будь-якою ціною. Цілком природно, що і сама колективізація, як і армія тих, хто її забезпечував були проведені у 1930-х рр. у формі штурму, незважаючи на жахливі людські жертви голодомору-геноциду 1932-33 рр. Результати такої роботи в селах радянської України не просто гальмували розвиток сільськогосподарського виробництва, а і підірвали його базові принципи розвитку на тривалій період часу.

**Ключові слова:** колективізація, голова колгоспу, агроном, бригадир, спеціаліст із тваринництва, агротехнік, управлінці середньої ланки.

YA. I. MANDRYK

Doctor of Historical Sciences,  
Professor at the Department of Social Sciences  
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas  
ORCID: 0000-0001-6663-4880

## SOVIET MANAGERS IN THE VILLAGES OF UKRAINE: THEIR FORMATION AND TRAINING IN THE 1930S (COMPARTMENT PERSONNEL OF THE RECENT UKRAINIAN HISTORY: TRUTH AND FALSE)

Based on scientific research and unpublished archival documents, historical sources of that time, the article examines the system of training managers, specialists, and middle-level personnel during the years of mass forcible collectivization in Soviet Ukraine. The large-scale invasion of the Russian Federation on the sovereign territory of the Ukrainian state on February 24, 2022 radically changed the paradigm of national self-awareness of the citizens of our state, and the issue of scientific research of the Soviet period of the history of Ukraine appeared in a new way. Soviet power was established in the form of an occupation regime from the side of Soviet Russia. Such an approach extends, obviously, to the study of the system of training managers in the villages of Soviet Ukraine in the 1930s. Thus, collectivization by Communist Party bodies was impossible without the provision of agriculture by these cadres. After all, the destruction of private property was carried out by force, in a criminal way, and a huge army of various supervisors was necessary for the collectivization processes to take place. Trained management personnel were those personalities who forcibly planted a completely foreign Soviet form of power in the villages of that time. They bear full responsibility for the crimes that occurred in the villages at that time. Time required rapid changes, long-term training was impossible, and the Soviet leadership is going to create various short-term courses and schools for training these personnel. This system of training managers and agricultural specialists gave certain quantitative indicators, but the qualitative side was sharply negative. Such a development did not correspond to the interests of Soviet Ukraine. Certain planned indicators were required from

*these personnel, which had to be achieved at any cost. It is quite natural that collectivization itself, as well as the army of those who provided it, were carried out in the 1930s in the form of an assault, despite the terrible human casualties of the famine-genocide of 1932-33. The results of such work in the villages of Soviet Ukraine were not simply inhibited the development of agricultural production, and undermined its basic principles of development for a long period of time.*

**Key words:** collectivization, collective farm head, agronomist, foreman, animal husbandry specialist,

### Постановка проблеми

Колективізація вимагала керівних кадрів, спеціалістів сільського господарства, кадрів середньої ланки: бригадирів, спеціалістів тваринницьких ферм. Причому, їх підготовку необхідно було здійснювати форсованими темпами.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Проблеми підготовки керівних кадрів та спеціалістів сільського господарства у роки колективізації в радянській Україні знайшли своє відображення у дослідженнях С. Кульчицького, В. Марочка, Л. Гриневич, Л. Новохатька, С. Білокона, Ю. Шаповала, автора даної публікації та інших сучасних науковців. Окремі питання цієї проблематики проаналізовано у наукових працях учених української діаспори та деяких зарубіжних авторів. Перш за все – це дослідження К. Кононенка, І. Майстренка, Є. Пастернака, П. Голубенка, К. Костюка, Р. Конквеста, Д. Мейса та ін.

Результати цієї підготовки та діяльність в радянських управлінців у селах України у довоєнний період яскраво та реалістично відображено у літературних творах М. Стельмаха, А. Головка, Ю. Яновського, О. Вишні (П. Губенка), П. Панча, М. Хвильового та ряду інших радянських письменників.

### Формування мети дослідження

Однак, зазначена наукова проблематика не знайшла глибокого комплексного аналізу в цих дослідженнях та літературних творах.

Беручи до уваги вищесказане, необхідно підкреслити актуальність теми цього дослідження, потребу її глибокого вивчення.

Опираючись на неопубліковані архівні документи, автор поставив за мету розкрити цю проблему.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Наприкінці 20-х років розпочався період у нашій історії, пов'язаний із великими втратами, грубими помилками, страшними жертвами, і це не дивлячись на героїчну працю простого народу. Розпочалася масова колективізація, яка супроводжувалась небаченою ломкою селянських господарств, традицій сільського життя, ліквідацією сільського господаря. На зміну індивідуальним господарствам і кооперації приходив колгосп, який фактично стає державною організацією. Колективізація, будучи значним кроком назад у порівнянні з кооперацією, все-таки, відкривала можливість перед сільськогосподарським виробництвом ширше використовувати машинну техніку, полегшити працю селянина, що могло вплинути на культуру села.

Запровадження машинної техніки вимагало збільшення числа трактористів, комбайнерів, шоферів, слюсарів та інших спеціалістів масових професій. Так у 1930 році на селі в Україні комбайнів налічувались одиниці, а в 1932 році їх уже було 1800 [1, с. 340], тому треба було готувати комбайнерів, механіків комбайнів тощо.

Звичайно, що велике сільськогосподарське виробництво не могло обійтися без керівних кадрів, спеціалістів сільського господарства, кадрів середньої ланки, бригадирів тракторних і польових бригад, спеціалістів тваринницьких ферм. Основною формою обслуговування сільського господарства в 1926–1927 роках були агрономічні ділянки. На одну з них припадала територія радіусом 35 км, на яких знаходились в середньому понад 82 поселення і понад 4000 селянських господарств. На одного агронома припадало в середньому 25–30 колгоспів і приблизно стільки ж більш простіших сільськогосподарських об'єднань, які володіли 20,6 тис. десятин землі. У 1928 році було обстежено 18 колгоспів і ТСОЗів Лубенської, Зінов'ївської, Мелітопольської округів. Ні в одному господарстві не було свого агронома. Гостро не вистачало спеціалістів з обліку. Із перевірених господарств вони були виявлені тільки в 4-х. Про якихось інших спеціалістів і мови не могло бути [2, с. 13].

Так були забезпечені кадрами господарства, створені ще в першій половині 20-х років. У багатьох із них голови колгоспів і ТСОЗів працювали на громадських засадах, не розуміли фінансової справи [3, арк. 45].

Всього в 1928 році в республіці працювало 604 районні агрономи, 260 осіб окружного агроперсоналу, 200 райколективізаторів, 330 спеціалістів з полеводства, 230 спеціалістів з тваринництва, 240 спеціалістів з інтенсивного вирощування, 102 агротехніки [4, арк. 15]. Майже 40% агрономів по своєму соціальному походженню належали до дворян, духовенства, заможних селян. Тільки 7,5% агрономів, 12,2% землевпорядників були вихідцями із робітників і бідних селян. Вони особливо страждали низьким рівнем підготовки.

Дуже великою була потреба в організаторах “великого соціалістичного сільського господарства”, адже всі вони обслуговували індивідуальні господарства і не були ознайомлені з роботою колективних господарств. Навіть в радгоспах, де кожному господарству по штату виділялись свої спеціалісти, один спеціаліст сільського господарства припадав на 10 радгоспів [5, с. 19]. За даними НКЗС УСРР на 1928 рік тільки 25–35% голів колгоспів

відповідали своєму призначенню, решту необхідно було замінити на кваліфікованих спеціалістів. (Все-таки цей показник був значно вищим від показників по СРСР в цілому, де 7/6, тільки 18–20% голів колгоспів мали спеціальну освіту) [6, арк. 1]. Низьким був рівень підготовки і серед агрономів. У 1928 році із вищою освітою було 32,9% від їх загальної кількості, із середньою і незакінченою вищою – 44,3%, з початковою освітою і взагалі без освіти – 22,8% [7, арк. 18].

Ось такою була реальна картина забезпеченості сільського господарства спеціалістами. В період підготовки плану першої п'ятирічки рівень їх професіоналізму і культури навіть не були відомі.

Після ряду запитів у ВРНГ в інші наркомати УСРР НКО республіки отримав нарешті орієнтовні дані про потребу сільського господарства в спеціалістах з вищою освітою – 14648 осіб. По профілях вони були розподілені так: агрономів потрібно 2817 осіб, агрономів – полеводів – 2112 осіб, зоотехніків – 1436 осіб, інтенсивників – 1018 осіб, культуртехніків – 232 осіб тощо [8, с. 302].

Коли цей план проаналізували в ЦК КП(б)У, то виявилось, що він був дуже далекий від реальної дійсності. Були занижені потреби в механізаторах, насінневиках, взагалі були відсутні плани підготовки галузевих агрономів, агрономів сировинних культур тощо. Тому на 11 з'їзді КП(б)У (червень 1930 року) ЦК партії навів дані в потребах спеціалістів сільського господарства України, які відрізнялись від розробок НКО республіки. Було визначено необхідність у спеціалістах з вищою освітою в 39 тис. осіб, а з спеціальною освітою – 68 тис. Вузи УСРР могли покрити ці потреби на 50%, а технікуми – на 62–68% [9, с. 302].

Переглянувши план НКО України, ЦК КП(б)У його ліквідував і в 1931 р. були введені плани ЦК партії.

У період НЕПУ проблема кадрів для села вирішувалась двома шляхами:

- залучали старих спеціалістів;
- готували нових – з робітників і селян.

Головним в 20-і роки був перший шлях.

З початком масової колективізації, який співпадав з періодом першої п'ятирічки, такий спосіб забезпечення сільського господарства спеціалістами був уже застарілим, їх не вистачало.

Партійне та радянське керівництво приступили до вирішення проблеми сільськогосподарських кадрів тими ж методами, які використовували і при проведенні масової колективізації. На листопадовому (1929 р.) пленумі ЦК ВКП(б) було прийнято спеціальну резолюцію “Про сільське господарство України і про роботу на селі”. В ній говорилося: “Для підготовки кадрів керівних працівників для колгоспів і радгоспів необхідно розширити у цьому році існуючі курси, із залученням на ці курси активу з промислових робітників колгоспів і сільськогосподарських робітників. Необхідно також посилити висування та підготовку організаторів і працівників для колективів радгоспів, керівників тракторних загонів, завідувачів машинними прокатними пунктами. Щодо підготовки агротехнічного персоналу, ЦК КП(б)У повинен так перебудувати роботу сільськогосподарських вузів і технікумів України, щоб готувати в них спеціалістів, які здатні будувати “велике громадське сільськогосподарське виробництво” [10].

За постановою ЦК у 1929 році на навчання було мобілізовано 1100 робітників-комуністів, з яких майже 1/5 частину було послано в сільськогосподарські вузи [11, с. 137]. Цього ж року ЦВК СРСР приймає рішення про збільшення коштів на вищу освіту, в інститутах стипендіями забезпечувалися 70% студентів, в технікумах – 50%. Підвищено зарплату професорсько-викладацькому складу цих вузів [12, с. 137].

Однак, молодь була не готова до вступу у вузи. У 1929 році до Харківського сільськогосподарського інституту на 240 місць було подано тільки 173 заяви, до зоотехнічного інституту на 120 вакансій – всього 28 заяв [13].

Деяко покращили ситуацію в сільськогосподарських вузах УСРР робітничі факультети (робфаки) із підготовки до вступу в інститут. Так, при наборі 200 осіб у Київський гідромеліоративний інститут в 1933 році було прийнято 166 робфаківців, із них – 46 колгоспників. За допомогою робфаку в Київський агроінженерний інститут цукрової промисловості в 1932 році із 200 осіб було зараховано 96 колгоспників [14] тощо.

За роки першої п'ятирічки значно розширилась мережа сільськогосподарських вузів і технікумів. Якщо в 1929 році в Україні було 8 таких інститутів, 17 технікумів, в яких разом навчалися 8,8 тис. студентів, то на початок 1933 року вже був 21 інститут, де навчалися 17,6 тис. студентів і 208 технікумів – 30 тис. студентів [15, арк. 30].

Прийом учнів у сільськогосподарські інститути за цей час зріс майже в 3 рази, контингент студентів у них – більше ніж у 2 рази. Змінюється соціальний склад студентів вузів і учнів технікумів. Так, якщо у 1929 році діти селян складали у вузах 27,7%, в технікумах – 32,7%, то в 1938 році діти робітників і колгоспників вже становили в вузах понад 40% [16, с. 57]. Ці 40% – загальний показник. Ним прикриті наступні процеси. Із завершенням масової колективізації сільські жителі були перетворені в новітніх кріпаків. Тепер вирватись із села було дуже складно (відсутність паспортів). Тільки деяким батькам вдавалося влаштувати своїх дітей на навчання в місто, тоді вони могли врятуватись від колгоспів, отримавши паспорти. Тому на кінець 30-х років серед студентів вузів із цих 40% більшість становили діти робітників, кількість селян скоротилась, порівняно з кінцем 20-х років [17, с. 114]. Щоб приховати цю тенденцію, офіційна статистика і дає кількість студентів, вихідців із селян і робітників, в сукупності.

Зростання мережі сільськогосподарських вузів і технікумів, однак, не означало покращання їх матеріального обладнання, умов навчання студентів. В 1929/30 н.р. гуртожитками було забезпечено всього 42% студентів. Деякі

приміщення не були пристосовані під гуртожитки. Наприклад, в Києві студенти проживали у бараках колишніх військовополонених, в пожежних бараках. Важкі умови проживання, погане харчування посилювали незадоволення студентів. Зростає їх агресивність, збільшується потік скарг, зокрема, в Київський міськвиконком. Студенти розпочинають саботаж занять, влаштовують скандали з керівництвом вузів і факультетів. Так, масові виступи студентів мали місце в серпні-вересні 1930 року в Харківському ветеринарному інституті [18, с. 49].

Такий розвиток подій змусив ЦК КП(б)У створити спеціальну комісію стосовно перевірки навчальної бази вузів України. Комісія прийшла до висновку, що багато з них є дуже слабкими і маломісними. Були виявлені факти, коли лабораторія вузу була розміщена в колишньому курнику, а гуртожиток в колишній лазні [19, с. 87].

Матеріали комісії були розглянуті в НКО республіки, який у вересні 1929 року приймає постанову “Про вищу середню сільськогосподарську освіту”. Було відмічено той факт, що ні в кількісному, ні в якісному відношенні підготовка кадрів вищої кваліфікації не відповідає ще перспективам розгортання та реконструкції народного господарства. Особлива увага зверталась на посилення підготовки спеціалістів для великих механізованих господарств. Були ліквідовані всі факультети організації дрібного селянського господарства, організовувались замість них факультети великих усупільнених радянських господарств [20, арк. 66].

У листопаді 1931 року в НКЗС України відбулася нарада з питань підготовки сільськогосподарських кадрів у технікумах. На ній було відмічено, що основна частина сільськогосподарських технікумів не забезпечена навчальними програмами, а якщо є ці програми, то тільки з основних дисциплін. Зокрема, жодних навчальних програм не було в Черкаському технікумі ветеринарії, Криворізькому технікумі великої рогатої худоби, Зінов'ївському, Звенигородському сільськогосподарських технікумах тощо. Слабо була поставлена методична робота, дуже болюче питання – забезпечення підручниками. На цій нараді вперше в країні було вирішено оцінювати знання студентів по п'ятибальній системі. Піднято роль викладача, як персонального керівника підготовки студентів [21, арк. 19].

Важливі зміни відбувалися в ці роки в системі сільськогосподарської освіти України. В СРСР в той час наростала посиленна централізація всього життя народу, в тому числі, освіти. Це відбилося і на сільськогосподарській освіті. Ще липневий (1928 рік) пленум ЦК ВКП(б) запропонував “приступити з 1928/29 н.р. до уніфікації системи технічної освіти в СРСР”. 11 вересня 1930 року ЦВК і РНК СРСР приймають відповідну постанову [22, с. 108]. В країні вводилася єдина система індустріально-технічної освіти, єдині типи навчальних закладів. У 1933 році для керівництва вищою технічною освітою в СРСР був створений Комітет з вищої технічної школи при ЦВК, а в 1936 році – Всесоюзний комітет з вищої школи при РНК СРСР. На нього покладалося керівництво всіма вищими навчальними закладами незалежно від їх відомчої належності (за винятком художніх і військових).

Однак, вузи і технікуми України не справлялися з підготовкою керівних кадрів для села. Потреби за заявками господарств у спеціалістах сільського господарства в 1929 році складали 10865 осіб. Вузи могли випустити тільки 4960 спеціалістів (46%) необхідної кількості.

Спеціалістів середньої ланки потрібно було 18000 осіб, технікуми могли випустити 14781 спеціалістів (82 %) [23, арк. 2].

Одна із основних причин була в тому, що в 1929 році, не закінчивши навчання, вибували із сільгоспінститутів із 100 осіб – 26, така ж картина була і в технікумах. Вчасно навчання закінчували в сільгоспінститутах тільки 23% студентів. Становище із випуском спеціалістів сільського господарства не змінилось до кінця першої п'ятирічки. У 1933 р. план випуску кадрів вищої кваліфікації було виконано на 3,5% (план був 1095 осіб, а випущено – 35) [24, арк. 9]. Відсоток відсіву, як свідчить статистика, був величезним. НКО УСРР вважав нормальним явищем в ті роки відсів студентів за час навчання понад 70% від загального їх числа [25, арк. 70].

Причина такого явища була у важкому матеріальному становищі більшості студентів України.

Крім того, у вузах і технікумах в роки першої п'ятирічки дуже активно працювала сталінська репресивна машина. Команда була дана компартійним керівництвом країни ще в 1929 р. Цього року, виступаючи на Першій Всесоюзній нараді працівників вищої школи, В. Молотов наголосив: “В 1929 р. питання про вищу освіту стало перед нами як одне із важливих політичних завдань. Тоді виявилось з особливою силою, яка ще слабка радянська країна технічними кадрами, як ще живучий буржуазний вплив, як розгорнута робота іноземної агентури серед старих спеціалістів і студентів...” [26, с. 70].

У кінці 1920-х на початку 1930-х рр. пройшли масові чистки викладацького і студентського складів Київського зоотехнічного інституту, Київського сільськогосподарського інституту та інших вузів. Наприклад, суть злочину репресованих у Київському сільськогосподарському інституті викладачів К. Веселовського та М. Войгана полягала в тому, що вони при викладанні дисциплін ігнорували рішення партії стосовно колективізації, зовсім не готували студентів до її проведення. В цьому інституті був репресований ректор В. Мазуркевич, інші викладачі.

У 1932 р. НКЗС УСРР розробляє спеціальну інструкцію “Виробничий профіль техніка”, в якій в якості обов'язкових були вказані такі вимоги до спеціалістів: “...викривати та рішуче боротися з правими і лівими опортуністами, контрреволюційними троцькістами, гнилими лібералами, боротися з капіталістичними, ідеалістичними та всіма ін. ворожими марксизму-ленінізму теоріями. Викривати та рішуче боротися зі шкідливими

теоріями М. Кондратьєва, О. Чайнова, М. Макарова” [27] (відомі вчені-економісти, прихильники кооперативного руху). Слово в слово ці вимоги були повторені в інструкції стосовно підготовки інженерів [28], яка була розроблена НКЗС УСРР того ж таки 1932 р.

У ці роки в Україні йшла боротьба проти послідовників О. Чайнова – М. Філіповського, В. Бухановського та інших. З Одеського сільськогосподарського інституту було вигнано професора М. Балашова. В Харківському сільськогосподарському інституті був заарештований професор Х. Левицький, в Київському кооперативному інституті – професор М. Пажітков тощо. Була знищена не лише школа О. Чайнова, а й група Л. Крицмана, яка займала протилежні їй позиції, їх називали “Аграрними марксистами” [29, арк. 34]. Всього було репресовано понад 120 осіб [30, арк. 90].

Масова ідеологічна обробка студентів приносила результати. Зокрема, основна маса студентів сільськогосподарських вузів України підтримала вирок під час процесу над СВУ. Були серед них і такі, які вважали ці рішення надто м’якими, вимагали вищої міри покарання [31, арк. 98]. Однак тотальна політизація навчального процесу в сільськогосподарських вузах, винищення найбільш прогресивних і обдарованих викладачів негативно відбилося на рівні підготовки спеціалістів. Посилено відбувалася “радянська” нових кадрів вищої кваліфікації. Все це проходило за рахунок їх професіоналізму, загальнокультурної підготовки. Для радянського керівництва головним у підготовці сільськогосподарських спеціалістів була не їх професійна готовність, а ідеологічне, політичне загартування. В руслі загальної боротьби проти “куркульства” розпочинається масове виключення студентів із сільськогосподарських вузів. У 1930 р. секретаріат ЦК КП(б)У приймає спеціальну постанову “Про дітей куркулів у початковій, середній і вищій школі” (про неї вже йшла мова). Було сказано: “дітей куркулів до вищої школи не приймати. Всіх, хто приховав своє походження, виключати” [32, арк. 10].

Одночасно в вузах діяла інструкція, згідно якої всі вступники були розділені на 4 категорії: робітники, селяни, службовці та кустарі. Для членів ВКП(б) та кандидатів у члени партії, дітей робітників, наймитів, сільської бідноти робився виняток при прийомі до вузу: їх дозволялось зарахувати на навчання при нездачі 1-2-ох не основних для даного вузу предметів, коли загальна академічна підготовка гарантувала нормальне навчання цього абітурієнта. Крім того, члени і кандидати у члени партії приймалися у вузи поза нормою, встановленою для кожної соціальної групи, а членам ВЛКСМ надавали перевагу в межах даної соціальної групи.

Норми набору в сільськогосподарські вузи були встановлені наступні: робітників – 29% від загальної кількості зарахованих, селян – 60%, службовців – 9%; до сільськогосподарських технікумів, відповідно, 20%, 70%, 8% [33, арк. 71].

Запроваджувалася плата за складання екзаменів у таких розмірах: робітники від заробітку 60-100 крб. – 1 крб., службовці – 3 крб., кустарі – 5 крб., від заробітку 100-150 крб. – відповідно 2 крб., 5 крб., 10 крб. Для селян, які сплачували податки в обсязі 15-50 крб., встановлювався розмір оплати 1 крб.; від 50 до 100 крб. – 2 крб.; 100-300 крб. – 5 крб.; 300 і більше – 10 крб [34, арк. 74].

Наприкінці 1920-го – на початку 1930-го рр. у республіці важлива роль відводилась підготовці кадрів для національних районів із місцевого населення. На закінчення першої п’ятирічки в Україні нараховувалося 18 сільськогосподарських технікумів для національних меншин, де навчалися 1430 студентів, серед них: німецьких технікумів – 5 (360 студентів), єврейських – 5 (320 осіб), 3 польських (230 осіб), 2 російських (127 осіб); а також – 1 єврейський та 1 молдавський сільськогосподарські інститути на 140 студентів кожний. Працювали 6 єврейських відділів при загальних сільськогосподарських технікумах [35, с. 131].

Однак вже у другій половині 1930-х рр. національні професійні заклади, в тому числі сільськогосподарські, були оголошені осередками розповсюдження націоналізму і закриті.

Для покращення підготовки спеціалістів вищої кваліфікації для сільського господарства певне значення мало рішення від 21 вересня 1932 р про реорганізацію комуністичних вузів у вищі комуністичні сільськогосподарські школи (ВКСГШ). Ці школи приймали комуністів і безпартійних, які мали певний стаж керівної роботи. ВКСГШ мали завдання готувати кваліфікованих керівних працівників для колгоспів, МТС, радгоспів і районних партійно-радянських організацій, які мали би поруч із широким політичним розвитком достатні сільськогосподарські знання. 30% випускників цих шкіл направлялися на роботу в колгоспи, а 70% – у МТС і радгоспи.

За роки першої п’ятирічки ВКСГШ підготували 417 керівних спеціалістів сільського господарства. Але це була дуже обмежена кількість, причому в колгоспи з них потрапила (і то чи потрапила?) всього третина.

Безпосередньо для колгоспів готували керівні кадри (голів колгоспів, бригадирів тощо) вищі колгоспні школи (ВКШ), створені в 1930 р. Термін навчання в них складав один рік. В Україні в 1931 р. їх працювало 7, а в наступному – вже 19. Як правило, ВКШ розміщувались у містах і райцентрах, де для них була матеріальна база. Наприклад, Київська ВКШ проводила заняття із спеціальних предметів у лабораторіях і кабінетах сільськогосподарського Інституту, залучаючи до навчального процесу працівників цього вузу.

ВКШ готували для колгоспного виробництва спеціалістів середньої кваліфікації. Так Червоногородська школа готувала організаторів-тваринників для колгоспів, Кам’янець-Подільська – організаторів-птахівників тощо.

У 1931-32 н.р. ВКШ України мали склад слухачів, який демонструє, що у них переважав сільський актив. Серед слухачів було багато голів колгоспів, які підвищували тут свою кваліфікацію, переважали члени КП(б)У та комсомольці.

Навчальні плани ВКШ передбачали 1258 год., з яких 68% відводилося на спеціалізацію, вивчення однієї з галузей колгоспного виробництва і планування, а також на виробничу практику. Один із початківців колгоспного будівництва в Україні Ф. Дубковецький писав: “Школа дала мені багато. Я систематизував свої поспіхом напхані знання з агрономії, зоотехніки, підкувався політично” [36, с. 37]. ВКШ закінчили багато організаторів колгоспів республіки в 1930-х рр. – Я. Дробот, М. Чуєнко та ін.

У 1931 р. почали створюватись районні колгоспні школи (РКШ), де готували в основному голів колгоспів і рахівників. Термін навчання в них складав 3-4 місяці. Для підготовки завідувачів колгоспних тваринницьких ферм створюються міжрайонні колгоспні школи (МК), аналогічні РКШ. В 1933 р. вони були ліквідовані, а термін навчання в РКШ збільшено до 6 місяців, потім – до 1 року. З 1933 р. в них стали готувати і завфермами, а з 1934 р. – бригадирів. Давали ці школи як спеціальні, так і загальноосвітні знання. Розширюється сітка РКШ. Так у Вінницькій області за планом на 1932-1933 рр. передбачалось створити 15 шкіл з контингентом у 900 осіб, в 1933-1934 рр. тут працювали вже 48 РКШ, які випустили 5130 слухачів, в тому числі:

бригадирів-полеводів – у 1933 р. 1200 осіб;

у 1934 р. 17231 особу;

бригадирів-тваринників, відповідно, – 750 1451 особу [37, арк. 24].

Серйозну школу перевірки своїх ділових і моральних якостей, як керівники колгоспів і радгоспів, пройшли випускники цих шкіл у страшні 1932 1933 рр. Ми можемо зараз говорити, що багато з них стали справжніми керівниками. Так у с. Великий Хутір на Черкащині в колгоспі, де головував Я. Дробот, голоду практично не було. Як селянам вдавалося ховати хліб, досі невідомо. Колгосп виділяв кожній дитині хліб та молоко. Підгодовували тих, хто приходив із сусідніх сіл. У цьому ж селі жив бригадир колгоспу І. Козоріз. Він ходив по селах і допомагав людям, взяв на утримання чужих одинадцять дітей, хоча в хаті було шість своїх. Про цей подвиг знали люди, але мовчали. Я. Дробот пережив 1937 р. Тільки в 1941 р. німці його вбили. До цих пір жителі села свято бережуть пам'ять про цих людей [38].

У с. Михайлівка Сумської області голова колгоспу М. Чуєнко зібрав селян і заявив, що не буде віддавати зерно без згоди тих, хто його виростив. За такий бунт М. Чуєнко був розстріляний, 67 осіб було арештовано. Офіційна преса стала нарікати на колгоспи, які “розподіляють все зерно, весь урожай серед місцевого населення” [39]. Наприклад, у Харківській області багато колгоспів приховували справжню врожайність, з метою роздати голодним селянам. Так у колгоспі “Серп і молот” Балаклійського району управління колгоспу показало зменшену врожайність. Те саме зробили в колгоспах “Червоний січень” цього району, “Переможець” – Сахновіщанського району [40] тощо. Всього спеціальна комісія обкому Компартії (більшовиків) України виявила в липні 1933 р. таких 7 господарств, де голови правлінь були розстріляні.

Були спроби з боку НКЗС республіки з 1930 р. розгорнути курси прискореної підготовки спеціалістів сільського господарства вищої та середньої кваліфікацій при вузах і технікумах. Особи зараховувались на навчання згідно направлення сільськогосподарських організацій, і тому після його закінчення повертались назад. Навчання було розраховане на 6-7 місяців теоретичної підготовки і 5 місяців – практичної. Через 1,5 року після закінчення курсів з місця роботи курсанта подавалась характеристика, на підставі якої (і рекомендації господарства) спеціальна комісія вузу, при якому працювали курси, присвоювала кваліфікацію і видавала постійне кваліфікаційне свідоцтво. До мережі закладів прискореної підготовки було віднесено 97 технікумів і 21 інститут.

Перші практичні заходи щодо реалізації плану підготовки спеціалістів показали нездатність сільськогосподарських організацій до комплектування курсантів та їх фінансування. Плани набору курсантів були зірвані. Станом на 1 грудня 1932 р. в системі Укрколгоспцентру було виконано план відрядження курсантів до середніх сільськогосподарських навчальних закладів на 2,5% (замість 11850 осіб направлено 227), до інститутів – на 20% (відповідно 1095 – 25 осіб). За трестами план цей був виконаний, відповідно, на 11,8% і на 19,3% [41].

У липні 1934 р. в УСРР було 26434 колгоспи. Тобто, необхідно було тільки одних голів колгоспів підготувати декілька тисяч осіб, окрім того, десятки тисяч їх заступників, інших спеціалістів.

Тому для підготовки цих кадрів вводиться найбільш швидкоплинна система – курсова. В кінці 1929 р. організаційне бюро ЦК КП(б)У приймає рішення про створення в округах не менше 50 курсів з двомісячним терміном навчання для підготовки 35 тис. голів колгоспів.

Для підготовки керівних колгоспних кадрів в ряді міст республіки-Одесі, Новомосковську, Каховці, Довганівці та ін. – були створені колгоспні університети (так називались курси із ускладненою програмою). Крім того, при робітничих університетах у Кіровограді, Проскурові, Вінниці, Полтаві працювали колгоспні факультети. Одеський університет, сільськогосподарський факультет Кіровоградського університету повинні були готувати

впродовж 2-х років керівників і організаторів колгоспного виробництва. Полтавський, Каховський факультети впродовж 3-6 місяців готували працівників середньої ланки для колгоспів. На початок 1932 р. в Україні вже діяв 41 колгоспний університет, в яких навчалися 11700 осіб.

Курсова система дозволяла швидко готувати спеціалістів, але якість їх підготовки при цьому надзвичайно погіршувалась. На жаль, саме ця система була головною в підготовці кадрів для сільського господарства в довоєнний період.

#### Висновки

Зазначені статистичні дані показують, що колективізація абсолютно не була підготовлена не тільки матеріально, а й за лінією кадрового забезпечення. Це призводило до того, що розпочалась швидкоплинна і поверхнева їх підготовка. Як свідчать джерела, вона не давала ні глибоких професійних знань, ні загальноосвітньої та й культурної підготовки. Такі керівні кадри в селі довго не затримувались. Постійно відбувалося їх переміщення, високою була плинність. Звичайно, що від керівників колгоспів багато в чому залежав розвиток культури села, а вони дуже мало впливали на неї. Тільки в 1970-і рр. почали розширювати підготовку керівних колгоспних кадрів у вузах і технікумах, і ці спеціалісти стали переважаючими на селі.

#### Список використаної літератури

1. Слинько І.І. Соціалістична перебудова і технічна реконструкція сільського господарства України, К.: Наукова книга, 1961 С. 304.
2. Борисов Ю.С. Подготовка производственных кадров сельского хозяйства в реконструктивный период. М.: Научная литература, 1960. С 13.
3. Центральний державний архів станів державної влади і органів державного управління (далі ЦДАОДВОДУ), ф. 166, оп. 4, спр. 127, арк. 45.
4. ЦДАОДВОДУ, ф. 2623, оп. 1, спр. 128, арк. 15.
5. Кардашев О.Г. Кадры на селе // Сельскохозяйственная жизнь. 1928. № 14. С. 19.
6. ЦДАОДВОДУ ф. 2623 оп. 1, спр. 17, арк. 1.
7. ЦДАОДВОДУ, ф. 166, оп. 129, спр. 5, арк. 18.
8. XI з'їзд КП(б)У Стеногр. звіт. Х., 1930. С 302.
9. Там же, С 303.
10. Попов М.И. Сельские кадры // Правда. 1929 – 2 ноября.
11. Развитие украинской культуры за роки радянської влади. Х., 1930. С 137.
12. Собрание законов и распоряжений Рабоче-Крестьянского правительства СССР за 1929 г. Х., 1930. С 137.
13. Сербин. В. Навчається нова зміна // Комуніст. 1929. 28 серпня
14. Працює робфак // За кадры. 1932. 16 червня
15. Державний архів Київської області, ф. 5, оп. 20, спр. 40, арк. 30.
16. УРСР в цифрах статистичний довідник. К., 1936. С. 578.
17. Культурне будівництво в Українській РСР. К., 1959.
18. Там же, С 49.
19. Стан перевірки вузів // Більшовик України. 1929. № 17-18. с. 87.
20. Центральний державний архів громадських об'єднань України, (далі ЦДАГО), ф. 1, оп. 20, спр. 99, арк. 66.
21. ЦДАОДВОДУ, ф. 2, оп. 1, спр. 1628, арк 19.
22. КПРС в резолюціях і рішеннях з'їздів, конференцій, пленумів ЦК. К., 1978. Т. 4, С 108.
23. ЦДАОДВОДУ, ф. 2623, оп. 1, спр. 99, арк 2.
24. ЦДАОДВОДУ, ф. 2623, оп. 1, спр. 656, арк. 9.
25. ЦДАОДВОДУ, ф. 2623, оп. 1, спр. 99, арк. 70.
26. Мологов В. За передову науку – К., 1939. – С. 70.
27. Комуніст – 1929 – 10 січня.
28. Комуніст – 1929 – 14 січня.
29. ЦДАОДВОДУ, ф. 5, оп. 1, спр. 1612, арк. 34.
30. ЦДАГО, ф. 1, оп. 20, спр. 3192, арк. 90.
31. ЦДАГО, спр. 3194, арк. 98.
32. ЦДАГО, спр. 3195, арк. 10.
33. ЦДАГО, ф. 1, оп. 328, спр. 3199, арк. 71.
34. ЦДАГО, ф. 1, оп. 1034, спр. 3198, арк. 74.
35. Скрипник М. Перебудовними шляхами. Український історичний журнал. 1989. № 12. С. 131.
36. Дубковецький Ф. На путях к коммунизму. М., 1949. С. 37.
37. ЦДАОДВОДУ, ф. 166, оп. 17, спр. 247, арк. 24.
38. Збережемо пам'ять // Молодь України. 1993. 24 липня.

- 39 Злочин проти влади // Вісті. 1932. 1 жовтня.  
 40. Приховують врожай // Комуніст. 1933. 3 січня.  
 41. Небезпечні факти // Комуніст. 1933. 6 червня.

## References

1. Slynko I.I. (1961) *Sotsialistychna perebudova i tekhnichna rekonstruktsiia silskoho hospodarstva Ukrainy* [Socialist reconstruction and technical reconstruction of agriculture in Ukraine]. Kyiv: Naukova knyha, pp. 304-310.
2. Borisov Yu.S. (1960) *Podgotovka proizvodstvennykh kadrov sel'skogo khozyaystva v rekonstruktivnyy period* [Training of agricultural production personnel in the reconstruction period]. Moskva: Nauchnaya literatura, pp. 13-20.
3. Tsentralnyi derzhavnyi arkhiv staniv derzhavnoi vlady i orhaniv derzhavnoho upravlinnia (dali TsDAODVODU) [Central state archive of states of state power and state administration bodies (hereinafter, TsDAODVODU)], Kyiv, fond (f.) 166, opys (op.) 4, sprava (spr.) 127, arkush (ark.) 45.
4. TsDAODVODU [Central state archive of states of state power and state administration bodies], Kyiv, f. 2623, op. 1, spr. 128, ark. 15.
5. Kardashev O.G. (1928) Kadry na sele [Personnel in the countryside]. *Sel's'kokhozyaystvennaya zhizn'*, no. 14, pp. 19.
6. TsDAODVODU [Central state archive of states of state power and state administration bodies], Kyiv, f. 2623, op. 1, spr. 17, ark. 1.
7. TsDAODVODU [Central state archive of states of state power and state administration bodies], Kyiv, f. 166, op. 129, spr. 5, ark. 18.
8. XI zizd KP(b)U (1930) *Stenohrama zvituv* [11th Congress of the CP(b)U Transcript report], Kharkiv: Partiina literatura, p. 302.
9. XI zizd KP(b)U (1930) *Stenohrama zvituv* [11th Congress of the CP(b)U Transcript report], Kharkiv: Partiina literature, p. 303.
10. Popov M.I. (1929) Sel's'kie kadry [Rural personnel]. *Moskva Moskovskaya Pravda*, no. 2-e noyabrya.
11. Rozvytok ukrainskoi kultury za roky radianskoï vlady (1930) [The development of Ukrainian culture during the years of Soviet power]. Kharkiv, p. 137.
12. Sobranie zakonov i rasporozhazheniy Raboche-Krest'yanskogo pravitel'stva SSSR za 1929 g (1930) [Collection of laws and orders of the Workers' and Peasants' Government of the USSR for 1929], Khar'kov, p. 137.
13. Serbyn. V. (1929) *Navchaietsia nova zmina* [The student has a new shift], Kharkiv Komunist, 28 serpnia.
14. Pratsiue robfak (1932) [The robotics department works], Kharkiv: Za kadry, 16 chervnia.
15. Derzhavnyi arkhiv Kyivskoi oblasti [State archive of Kyiv region], f. 5, on. 20, spr. 40, ark. 30.
16. URSR v tsyfrakh statystychnyi dovidnyk (1936) [Ukrainian SSR in numbers statistical guide], Kyiv, p. 578.
17. Kulturne budivnytstvo v Ukrainskii RSR (1959) [Cultural construction in the Ukrainian SSR], Kyiv, p. 17.
18. Kulturne budivnytstvo v Ukrainskii RSR (1959) [Cultural construction in the Ukrainian SSR], Kyiv, p. 49.
19. Stan perevirky vuziv (1929) [State of inspection of higher education institutions], Kharkiv: Bilshovyk Ukrainy, no. 17-18, p. 87.
20. TsDAHO [The Central State Archive of Public Associations], Kyiv, f. 1, op. 20 spr. 99, ark. 66.
21. TsDAODVODU [Central state archive of states of state power and state administration bodies], Kyiv, f. 2, op. 1, spr. 1628, ark. 19.
22. KPRS v rezoliutsiiah i rishenniakh zizdiv, konferentsii, plenumiv TsK (1978) [CPSU in resolutions and decisions of congresses, conferences, plenums of the Central Committee], Kyiv, vol. 4, p. 108.
23. TsDAODVODU [Central state archive of states of state power and state administration bodies], Kyiv, f. 2623, op. 1, spr. 99, ark. 2.
24. TsDAODVODU [Central state archive of states of state power and state administration bodies], Kyiv, f. 2623, op. 1, spr. 656, ark. 9.
25. TsDAODVODU [Central state archive of states of state power and state administration bodies], Kyiv, f. 2623, op. 1, spr. 99, ark. 70.
26. Molotov V. (1939) *Za peredovu nauku* [For advanced science], Kyiv, p. 70.
27. Komunist (1929) [Communist], Kharkiv, 10 sichnia.
28. Komunist (1929) [Communist], Kharkiv, 14 sichnia.
29. TsDAODVODU [Central state archive of states of state power and state administration bodies], Kyiv, f. 5, op. 1, spr. 1612, ark. 34.
30. Tsentralnyi derzhavnyi arkhiv hromadskykh obiednan (dali TsDAHO) [The Central State Archive of Public Associations (hereinafter, TsDAHO)], Kyiv, spr. 3194, ark. 90.
31. TsDAHO [The Central State Archive of Public Associations], Kyiv, spr. 3194, ark. 98.
32. TsDAHO [The Central State Archive of Public Associations], Kyiv, spr. 3194, ark. 10.

33. TsDAHO [The Central State Archive of Public Associations], Kyiv, f. 1, op. 328, spr. 3199, ark. 71.
34. TsDAHO [The Central State Archive of Public Associations], Kyiv, f. 1, op. 1034, spr. 3199, ark. 74.
35. Skrypnyk M. (1989) *Perebudovnymy shliakhamy* [By means of reconstruction], Kyiv: Ukrainskyi istorychnyi zhurnal, no. 12, p. 131.
36. Dubkovets'kiy F. (1949) *Na putyakh k kommunizmu* [On the way to communism], Moskva, p. 37.
37. TsDAODVODU [Central state archive of states of state power and state administration bodies], Kyiv, f. 166, op. 17, spr. 247, ark. 24.
38. Zberezhemo pamiat (1993) [Let's preserve the memory], Kyiv: Molod Ukrainy, 24 lypnia.
39. Zlochyn proty vlady (1932) [Crime against the government], Kharkiv: Visti, 1 zhovtnia.
40. Prykhovuiut vrozhai (1929) [They hide the harvest], Kharkiv: Komunist, 14 sichnia.
41. Nebezpechni fakty (1933) [Dangerous facts], Kharkiv: Komunist, 6 chervnia.

Н. М. ПАВЛІШИНА

кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри маркетингу та логістики  
Національний університет «Запорізька політехніка»  
ORCID: 0000-0001-7715-9202

А. В. ХАРІН

магістрант факультету економіки та управління  
Національний університет «Запорізька політехніка»  
ORCID: 0000-0002-7656-4393

## ІННОВАЦІЇ В ЕПОХУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ

*В статті проаналізовано сутність цифровізації та «цифрової» термінології. Виявлено що частими є ситуації коли для позначення одного і того ж явища використовуються різні слова. Наведено відмінність найбільш часто вживаних термінів «діджиталізація» та «діджиталізація». Пояснено, що саме діджиталізація у перекладі означає цифровізацію, яка проникає у всі сфери життя та змінює споживчу поведінку, формуючи нові моделі взаємодії, спричиняючи появу та розвиток шерінгової економіки тощо.*

*Досліджено сутність поняття «інновація». На базі аналізу різних визначень відмічено, що є два підходи до визначення цієї категорії – інновація як продукт та інновація як процес. Узагальнено класифікаційні ознаки інновацій, відмічено, що наведеними ознаками класифікація не обмежуються, що зумовлено значним різноманіттям інноваційних продуктів та їх впливом на галузі, суспільство, соціальний устрій. Розглянуто відмінності у поняттях «інновація», «винахід» та «відкриття» що дозволяє чітко окреслювати межі інноваційного продукту та формувати заходи із його впровадження.*

*Виходячи із того що кожен товар на ринку має свій період існування окреслено життєвий цикл інновацій. Результатом аналізу інноваційної діяльності стала розробка моделі просування інновації на ринок. Модель базується на тому, що ключовими етапи для інновації є виведення та зростання, а тривалість кожного етапу залежить від виду інновації, її складності, актуальності, рівня підготовленості споживачів до сприйняття новинки, маркетингових зусиль тощо. Складність розробки стратегії просування інноваційного продукту зумовлена відсутністю інформації про нього, досвіду користування, необізнаність із перевагами використання. Тож просування у першу чергу переслідує такі цілі як інформування, залучення, підтримка користувача на націлене на формування довіри до інновації та компанії що її надає.*

**Ключові слова:** цифровізація, цифрова трансформація, шерінгова економіка, інновації, класифікація інновацій, життєвий цикл інновації, просування інновацій

N. M. PAVLISHYNA

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Marketing and Logistics  
National University Zaporizhzhia Polytechnic  
ORCID: 0000-0001-7715-9202

A. V. KHARIN

Master's Student of the Faculty of Economics and Management  
National University Zaporizhzhia Polytechnic  
ORCID: 0000-0002-7656-4393

## INNOVATIONS IN THE ERA OF DIGITALIZATION

*The article analyzes the essence of digitization and "digital" terminology. It was found that the situation when different words appear to denote the same phenomenon is frequent. The difference between the most frequently used terms "digitization" and "digitalization" is given. It is explained that digitalization in translation means digitalization, which penetrates into all spheres of life and changes consumer behavior; forming new models of interaction, causing the emergence and development of the sharing economy, etc.*

*The essence of the concept of "innovation" has been studied. Based on the analysis of various definitions, it was noted that there are two approaches to defining this category – innovation as a product and innovation as a process. The classification features of innovations are summarized, it is noted that the classification is not limited to these features, which is due to the significant diversity of innovative products and their impact on industries, society, and the social system. The differences in the concepts of "innovation", "invention" and "discovery" are considered, which allows clearly delineating the boundaries of an innovative product and forming measures for its implementation.*

*Based on the fact that each product on the market has its own period of existence, the life cycle of innovations is outlined. The result of the analysis of innovative activity was the development of a model for promoting innovation to the market. The model is based on the fact that the key stages for innovation are introduction and growth, and the duration of each stage depends on the type of innovation, its complexity, relevance, the level of consumer readiness to accept the novelty, marketing efforts, etc. The difficulty of developing a strategy for the promotion of an innovative product is due to the lack of information about it, experience of use, and ignorance of the benefits of use. So promotion primarily pursues such goals as informing, engaging, supporting the user aimed at building trust in the innovation and the company that provides it.*

**Key words:** digitalization, digital transformation, sharing economy, innovations, innovation classification, innovation life cycle, innovation promotion.

### Постановка проблеми

Трансформація світогляду, бізнес-процесів та споживчої поведінки під впливом цифрових технологій це новий етап розвитку суспільства. На даний момент науковці тільки опановують нову інформацію, а практики вже впроваджують цифрові технології та інструменти у діяльність, пропонуючи ринку нові товари, послуги, ідеї. Цифровізація стає важливим фактором економічного зростання економіки, змінює формат конкурентних відносин, створює нові можливості для розробки інноваційних рішень. Стрімкого розвитку набуває шерінгова економіка, побудована на тісній взаємодії контрагентів. Сьогодні недостатньо створити новий товар, важливо вивести його ринок, сформувавши потребу у ньому, показати споживачам всі переваги використання інноваційного рішення. Просування інноваційних продуктів має суттєві особливості які слід враховувати розробляючи комунікації, однак наразі цьому аспекту маркетингової діяльності з впровадження інновацій не надається належної уваги.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Прояви цифровізації вивчають такі науковці як: Краус К.М., Краус Н.М., Голубка С.М., Куйбіда В.С., Карпенко О.В., Наместнік В.В., Brennen S. та інші. Основні положення інноваційної діяльності, зокрема інструментарій та стратегії просування інновацій описували Баскакова М.Ю., Вербицька Г.Л., Полегенька М.А., Прокопенко О.В., Троян М.Ю., Сладкевич В.П. та інші автори. Однак питання впровадження інновації у цифровій економіці ще не знайшли відгуку у науковців, що актуалізує питання дослідження формування стратегії просування інноваційного продукту в умовах цифровізації.

### Формулювання мети дослідження

Метою роботи є дослідження феномену цифровізації та розробка моделі просування інноваційного продукту під впливом цифрової реальності.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Уявити світ без Інтернету сьогодні неможливо. Він став основою сучасного інформаційного суспільства, поєднав людей всього світу та майже нівелював кордони для бізнес-взаємодії. Обсяг інформації яка щосекунди передається в мережі вражає. За даними The World Bank на початок 2022 р. показник проникнення Інтернет у світі склав 74,2%. Перше місце посіли країни Східної Європи, в середньому 96% жителів мали доступ до мережі. В Україні показник проникнення склав 71%, що відповідає середньому показнику у світі та означає що 2/3 населення України принаймні один раз на місяць користуються можливостями мережі. Така тенденція сприяє розвитку цифрового середовища.

Низка досліджень, проведених протягом локдауну, показує що більш підготовленими до нього виявились ті компанії які поступово здійснювали перехід до віртуального середовища. Впровадження цифрових технологій у бізнес-процеси дозволило їм переорієнтуватись на нові вимоги та отримати конкурентну перевагу. Пандемія Covid-19 довела важливість та потрібність цифрових технологій для добробуту населення та розвитку економік, а воєнні дії поглибили ці процеси.

Стрімкий перехід на цифрові технології, орієнтація бізнесу та споживачів на віртуальне середовище призвели до появи «цифрової» термінології. Повсякчас використовуються терміни «цифровізація», «діджиталізація», «цифрова економіка», «цифрова трансформація» тощо. Це свідчить про посилення інтересу до цифрових сервісів, однак призводять до некоректного вживання термінів. Зокрема досить часто помилково використовуються поняття «digitization» та «digitalization», що пояснюється відсутністю аналогів цим термінам в українській мові. Однак це різні поняття:

– «digitization» («діджитизація») – дія або процес з оцифрування, перетворення аналогових даних у цифрову форму». Українським аналогом може бути термін «оцифрування»;

– «digitalization» («діджиталізація») – запровадження або збільшення використання організаціями, в певній галузі, країні тощо цифрових і комп'ютерних технологій [10].

Неологізм «діджиталізація», що є простою транскрипцією слова «digitalization», у перекладі означає «цифровізацію». Вона веде за собою зміни в усіх сферах суспільного життя, пов'язанні з використанням цифрових технологій. Саме цим терміном доречно користуватись описуючи процеси цифрової трансформації бізнесу та суспільства.

Одним із драйверів цифровізації виступають споживачі. Взаємодіючи із компаніями чи державними установами клієнт очікує що його запит буде оброблено швидко та чітко, він розуміє як сучасні технології можуть пришвидшити взаємодію та звести до мінімуму вимоги до особистої присутності. Технології цифровізації дозволяють не тільки пришвидшити взаємодію, але й забезпечити максимально можливий рівень її персоналізації. До послуг клієнта: цифрові канали зв'язку, омніканальність, штучний інтелект, роботизація і все це працює узгоджено перетікаючи із сфери в сферу, наприклад, цифрова трансформація банків не могла обійтися без чат-ботів, а фармацевтика активно використовує в роботі мобільні пристрої.

Цифровізація призвела до становлення нового типу ринкових відносин які реалізуються в рамках цифрової економіки. У Концепції цифрового розвитку України відмічено, що цифрова економіка – це «тип економіки, де ключовими факторами (засобами) виробництва є цифрові дані: числові, текстові тощо. Їх використання як ресурсу дає змогу істотно підвищити ефективність, продуктивність, цінність послуг та товарів, побудувати цифрове суспільство» [9].

Розглядаючи цифровізацію як процес можна відмітити, що її наступною визначальною віхою є цифрова трансформація – «спричинені використанням цифрових технологій зміни в природі людини, її мисленні, життєдіяльності та управлінні» [5]. Метою цифрової трансформації є підвищення прогресивності роботи компанії, продуктивності кожного співробітника та рівня задоволеності клієнта. Досягнення цієї мети сприятиме побудові цифрового суспільства, яке може бути визначене як «суспільство, яке інтенсивно та продуктивно використовує цифрові технології для власних потреб (самореалізація, робота, відпочинок, навчання, дозвілля кожного), а також для досягнення та реалізації спільних економічних, суспільних та громадських цілей» [9].

Прогрес виводить сферу Інтернет на передову позицію за використанням інновацій. Феномен цифрових технологій полягає в тому, що це універсальні, швидкі та часто автоматизовані схеми роботи. Вони стали неодмінною та важливою складовою частиною бізнес-процесів. Їх впровадження змінило бізнес, вплинуло на відносини з державою, поступово внесло корективи у свідомість споживача.

Одним із світових цифрових трендів є формування економіки спільного користування – Sharing economy (SE). SE – «соціальне явище, яке змінює споживчі звички, створює нові бізнес-моделі і змушує переглянути багато процесів у компаніях» [3].

Таку економіку можна визначити як соціоекономічну систему, ключовою особливістю якої є спільне використання майна, обладнання, людського ресурсу. Відпадає необхідність купувати річ, споживач чи компанія може просто взяти необхідне у тимчасове користування. Становлення та розвиток SE пов'язують із кризовими явищами 2008 р. та спробою бізнесу запропонувати нові послуги щоб залучити нові сегменти споживачів. 2008 р. – це рік появи таких гігантів як BlaBlaCar (2006 рік), Airbnb (2008 рік) і Uber (2009 рік). Ці компанії можна вважати прикладами моделі Sharing economy.

Сутність шерінгової економіки побудована на принципі «peer-to-peer» (англ. «рівний до рівного») це пірингова система яка передбачає рівність всіх учасників та на практиці реалізується у прозорості інформації, оскільки базуються на тому, що сучасні P2P-мережі забезпечують таку систему взаємодії, за якої кожен вузол може надавати й отримувати ресурси, які надаються будь-якими іншими учасниками. Пірингові соціальні мережі та технології реального часу радикально змінили поведінку величезної кількості людей [4]. Транзакції SE схожі на оренду чи прокат. З позицій економіки ці сервіси, цифрові платформи допомагають людям отримати додатковий дохід та/або компенсувати свої витрати, надаючи іншому контрагенту можливість отримати недовикористаний ресурс (товар, послуги). У цій моделі учасники-споживачі платять за право тимчасового використання (доступ) до ресурсу, який належить іншим учасникам, тоді як компанія просто зводить тих і інших разом.

Цифрові технології дозволяють швидко поєднати бізнес та споживача, автоматизувати взаємодію, перевести всі процеси, що супроводжують надання послуги у «цифровий» простір. До затребуваних цифрових інструментів відносяться хмарні технології, Big Data, CRM, SMM тощо.

Аналіз наукових праць які присвячені цифровізації дозволяє зробити висновок, що її потрібно розглядати тільки як інструмент, а не як самоціль. Тобто технології мають стати інструментом для створення інновацій, спростити їх впровадження, а не привести до «цифрового аутизму».

Інновації завжди знаходяться у полі зору підприємців, оскільки забезпечують постійну увагу до компанії з боку споживачів та дають можливість лідувати у конкурентній боротьбі. Автором терміну «інновація» вважається Й. Шумпетер. Слово innovation (англ.) утворено злиттям двох слів – латинського «novation» (новизна) й англійського префікса «in» («в», «введення»). Таким чином, у буквальному перекладі «інновація» означає введення нового [6, с. 58].

Більшість інновацій спрямована на задоволення існуючих потреб, однак є такі інновації, які створюють нові потреби. Науковці виділяють два підходи щодо визначення поняття «інновація»:

– статичний. У межах цього підходу інновація розглядається як «інновація-продукт» та постає у якості нової продукції, технології, методу тощо;

– динамічний. У цьому випадку інновація виступає як «інновація-процес» та розглядається у динаміці від розробки ідеї до комерціалізації. Проілюструємо ці підходи у таблиці 1.

Таблиця 1

## Підходи до трактування сутності поняття «інновація»

Автор	Визначення
Статичний підхід «Інновація – як продукт»	
Закон України «Про інноваційну діяльність», ст. 14	Новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурентоспроможні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери.
Ілляшенко С.М.	Інновація - кінцевий результат діяльності зі створення і використання нововведень, втілених у вигляді удосконалених або нових товарів, технологій їх виробництва, методів управління, які сприяють розвитку та підвищенню ефективності функціонування підприємств
Котлер Ф.	Ідея, товар або технологія, запущені в масове виробництво і представлені на ринку, які споживач сприймає як абсолютно нові або володіють деякими унікальними властивостями.
Микитюк П.П.	Інновація – кінцевий результат креативної діяльності, втілений у виведеному на ринок новому / вдосконаленому товарі, технологічному процесі, новому підході до надання послуг
Динамічний підхід «Інновація – як процес»	
Буднікевич І.М., Школа І.М.	Процес, спрямований на розробку та доведення наукової чи будь-якої іншої нової ідеї до стадії комерційного використання та поширення в економіці
Друкер П.	Дія, яка наділяє ресурси новою здатністю виробляти матеріальні та інтелектуальні цінності
Шумпетер Й.	Зміна з метою впровадження і використання нових виглядів споживчих товарів, нових виробничих, транспортних засобів, ринків і форм організації в промисловості

Джерело: узагальнено автором

Розглядаючи категорію «інновація» слід звернути до уваги, що є інші поняття, які описують приблизно те саме, але за сутністю дещо інше. Зокрема часто ототожнюють поняття «винахід», «відкриття». Відмінності між наведеними категоріями подано у таблиці 2.

Таблиця 2

## Відмінності у сутності категорій «інновація», «винахід», «відкриття»

Параметр	Інновація	Винахід	Відкриття
Результат	Інноваційний продукт або процес або їх поєднання	Результат творчої та розумової роботи	Процес отримання раніше невідомих даних або спостереження раніше невідомого явища природи
Рівень виявлення	Технічний (прикладний)	Теоретичний	Фундаментальний
Ймовірність отримання	Цілеспрямований пошук	Випадковий характер або цілеспрямований пошук	Цілеспрямований пошук
Ключова особливість	Корисний ефект від практичного впровадження	Відсутність практичного впровадження	Приріст наукового знання
Потенціал реалізації	100%	У перспективі може стати основою для інновації	У перспективі може стати основою для інновації
Орієнтація на вигоди	Конкретна орієнтація на отримання вигоди	Відсутня	Відсутня
Потенціал перетворення у інновацію	-	Тільки тоді, коли винахід буде затребуваний споживачами	За умов відповідного рівня розвитку техніки та технологій
Авторство	Колектив лабораторій, відділів, інститутів	Винахідник-одинак або група винахідників	Винахідник-одинак або група винахідників
Приклад	Новий продукт, нова або радикальна змінена технологія, новий управлінський підхід тощо	Новий прилад, механізм, інструмент тощо	Нове природне явище, дані соціологічних досліджень тощо

Джерело: узагальнено автором

Визнання продукту інноваційним можливе у тому разі якщо він відповідає низці ознак. Науковці виділяють такі ознаки інноваційності як:

- креативність (новизна);
- ефективність (стратегію);
- можливість практичного впровадження
- визначена вартість та потенційна прибутковість.

Теорія та практика маркетингу виробили значну кількість підходів до класифікації інновацій. Найбільш узагальнено вони наведено у таблиці 3.

Таблиця 3

## Класифікації інновацій

Класифікаційна ознака	Деталізація
За формою	- матеріальні; - нематеріальні;
За етапом впровадження	- впроваджені; - частково впроваджені; - не впроваджені.
За рівнем новизни	- приросні; - істотні; - прориви; - радикальні
За метою використання	- призначені для внутрішнього використання (виробництво, управління, складування тощо); - призначені для реалізації
За розробником	- розроблені співробітниками компанії; - розроблені на замовлення залученими фахівцями
За масштабом новизни стосовно ринку	- трансконтинентальні (інновації світової новизни); - транснаціональні (нові для певної країни); - галузеві (нові для певної галузі); - нові для певної компанії
За місцем розташування в системі «компанія – зовнішнє середовище»	- вхідні (інновації що виникають на вході: нові матеріали, обладнання, інформація тощо); - вихідні (нові товари, послуги, інформація тощо); - системні (виникають всередині системи: управлінські, виробничі, технологічні, маркетингові)
За рівнем мультиплікативності	- мікро-інновації. Інновації у продукті, які мають короткостроковий комерційний ефект; - макро-інновації. Інновації у продукті, які призводять до появи нових галузей, обумовлюють зміни у структурі економіки. Серед прикладів: поява ПК, авто, конвеєра тощо; - технологічні інновації що розповсюджуються тільки на традиційну галузь; - технологічні інновації що можуть розповсюджуватись на різні галузі (Інтернет, штучний інтелект тощо);
За спрямованістю отриманого ефекту	- науково-технічний ефект; - соціальний ефект; - екологічний ефект; - іміджевий ефект; - комерційний (економічний) ефект; - інтегральний ефект.

Джерело: узагальнено автором

Наведеними ознаками класифікація інновацій не обмежується. Різні науковці, протягом значного періоду досліджували інновації та зробили внесок у їх теоретизацію. Зокрема, цікавими є класифікації Й. Шумпетера, А.Д. Літгла, Шофе та Доре, Д. Мура, А.В. Войчака та А.Ф. Павленко.

Інновації як і будь-який продукт на ринку має свій життєвий цикл – низку стадій, через які пройде інновація перш ніж стане звичним товаром. ЖЦІ (життєвий цикл інновації) наведено на рисунку 1. Тривалість кожного етапу залежить від виду інновації, її складності, актуальності, рівня підготовленості споживачів до сприйняття новинки, маркетингових зусиль тощо.

Розробка інновації може посилити потенціал майже безнадійних товарів/послуг, створити нові товари, підвищити конкурентоспроможність компанії, розширити ринок, залучити нові сегменти тощо.

На стадії випробовування інновація виходить за межі лабораторії та трансформується у реальні товари/послуги.

Стадія виведення на ринок дає можливість зрозуміти наявність інтересу до інноваційного продукту, можливість становлення та розвитку попиту на нього, ринкові перспективи і т.п.

Успішна інновація виходить на стадію зростання. Для цього етапу характерний надмірний попит, невелика конкуренція, активна маркетингова діяльність. Зауважимо, що стадія зростання може характеризуватись стрімкістю (у ситуації з надмірним попитом), а може – повільністю, за цих умов актуальною проблемою може стати надлишок вироблених товарів на складах компанії.

Насичення, спад творчих ідей. Досягнення цього етапу свідчить про успішність інновації. Йому притаманні: доступність інновації конкурентам (а отже відсутність конкурентних переваг), спроба застосувати інновації у різних сферах, наявність клієнтів які бажають нових ідей (новаторів). Як наслідок товар втрачає риси інноваційного та часто виводиться з ринку, оскільки з'являються товари-імітатори. Настає час для впровадження нових інновацій, здатних посилити конкурентоспроможність компанії.

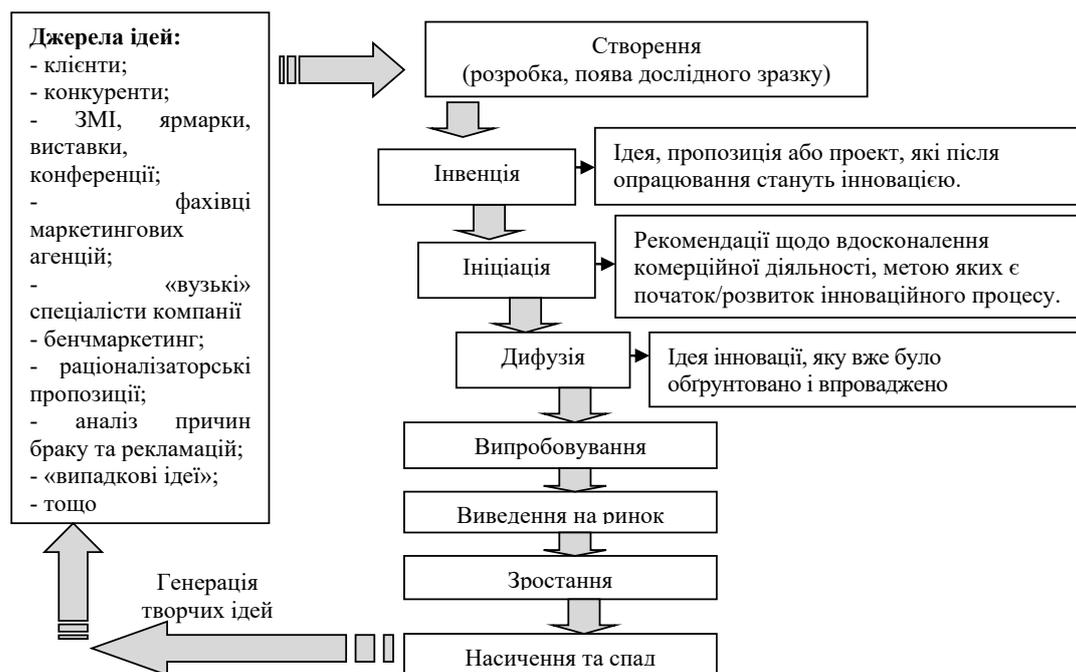


Рис. 1. Життєвий цикл інновації

Джерело: розробка автора

Ефективність роботи компанії не обмежується розробкою інноваційного товару. За статистикою, третина інновацій не сприймається ринком через неправильну політику просування, з-поміж тих які вийшли на ринок тільки третина потрапляє у зону прибутковості, менше 5% у зону надприбутковості, ще третина виведених товарів дозволяє тільки покрити витрачені на розробку інновації кошти [7, с. 87]. Частою причиною комерційної невдачі інновації стає саме невдала політика просування. При просуванні інноваційного продукту слід враховувати наявність обмежуючих факторів, а саме:

- стислий строк впровадження. Що довшим буде шлях від розробки інновації до її впровадження, то більше конкурентів можуть запропонувати аналог або потреба, яку задовольняв товар, зникне чи трансформуватися;
- фрагментарність ринку. Виводячи інновацію на ринок слід орієнтуватись не на весь ринок, і навіть не на привабливі сегменти. Починати потрібно із сегменту яких містить більше новаторів, людей які краще сприймають новинки та прагнуть спробувати їх. Саме вони можуть стати локомотивом, що введе інновацію на ринок;
- наявність обмежень. Серед таких можуть бути вимоги до екологічності виробництва, складу, утилізації товару, вимоги до безпечності товару, відповідність державним стандартам тощо. Через тривалий час узгодження інноваційного продукту у різних інстанціях, тестування та отримання дозволу на реалізацію частина з них не можуть бути реалізовані вчасно або не будуть реалізовані взагалі;
- витратоемність інновацій. Цей показник описує значні вкладення які були зроблені у інновацію до моменту її повної готовності. Зважаючи на витрати що супроводжували створення інновації компанії новатори очікують на значний прибуток який не тільки покриє виведення на ринок інновації але й компенсує витрати на її розробки які не дійшли до стадії комерційного виробництва;
- успішне впровадження інноваційного продукту на ринок спричиняє підвищену увагу до нього не тільки з боку споживачів але й конкурентів. То ж новинка, навіть захищена патентом, може бути легко скопійована (цілком законно при наявності невеликих модифікацій).

Процес створення нового продукту завершується комунікацією з цільовим сегментом з метою просування інновації на ринок. Мета, функції та завдання просування інновації наведено на рисунку 2.

У інноваційно орієнтованих компаніях просування має більше значення у порівнянні з компаніями що пропонують відомі товари/послуги. Це зумовлено тим що клієнт не просто не купує товар, він про нього не знає. Цей факт висуває підвищені вимоги до розробки просування інновації.

Зауважимо, що процеси цифрових трансформацій змінили підходи до реалізації господарської діяльності, причинивши нові процеси та прийоми у маркетинговій діяльності. Шерінгова економіка також має свою специфіку, щоб інновація користувалась попитом вона повинна не тільки мати певне позиціонування, слід сформувати довіру, оскільки саме на довірі до інновації та компанії що її пропонує базується економіка спільного користування.

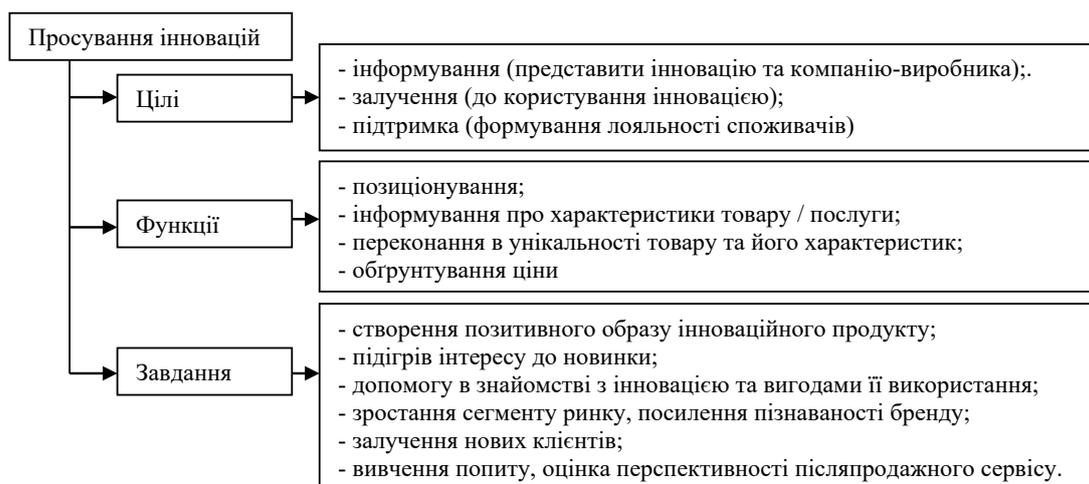


Рис. 2. Цілі, функції та завдання просування інновації

Джерело: розробка автора

Багато практиків зазначають, що часто компанії виводячи інноваційний продукт на ринок прагнуть діяти за схемою класичних маркетингових інструментів, які не завжди можуть бути дієвими на ринку інновацій. Специфікою маркетингу інновацій визначено:

- детальне дослідження потреб ринку. Дає можливість зрозуміти яким має бути інноваційний продукт та завчасно внести поправки в його характеристики;
- системне дослідження потенційних споживачів на різних ринках. Не варто зосереджуватись на відомому сегменті та пропонувати йому новинку. Слід вийти за межі освоєного ринку та запропонувати інновацію іншим сегментам. Не слід відмовлятися від потенційно успішного продукту через те що існуючий сегмент не має у ньому потреби чи не може її оплатити;
- комплекс 4P залишається незмінним, однак кожен з його елементів трансформується у відповідності до ринку та реакції цільової аудиторії. Це так званий «зворотній зв'язок» завдяки якому змінюються стратегія виведення інновації на ринок;
- ризикованість виведення інновації на ринок;
- існування «другої хвилі» виведення. У разі несприйняття ринком інновації слід оцінити ринкову кон'юнктуру, орієнтувати новинку на інші сегменти, здійснити перепозиціонування, чіткіше окреслити переваги інновації перед традиційним продуктом, переглянути стратегію виведення тощо. Мета «другої хвилі» – максимально ефективно донести інформацію про інновацію ринку та забезпечити високий рівень її продажу [1, с. 127; 2; 8].

Плануючи просування інновації варто взяти до уваги що воно має відмінності тільки на перших етапах, адже на етапі зрілості та спаду інновація втрачає елемент новизни, стає відомим товаром, а отже стратегія поводження з ним ідентична до інших товарів та перш за все спирається на кон'юнктуру ринку та можливості виробника. Модель просування інновації на ринок наведено на рисунку 3.

Одним із важливих рішень, які приймаються на стадії виведення інновації є вибір стратегії. На нього впливає первинність попиту: існуючий чи сформований. Відповідно виділяють дві стратегії:

- витягуюча. Для неї характерним є наявність незадоволеного попиту, існування потреби, яку в повній мірі не задовольняють наявні на ринку товари, стан «збудження» споживача, коли він прагне знайти рішення проблеми та залучається до інформаційного пошуку. Ринок ніби «витягує» інновацію. У цьому випадку споживач зацікавлений у інноваційному продукті. Завдання просування зводиться до інформування про товар, його характеристики, відмінності у порівнянні з аналогами, повідомлення про місце та умови купівлі. Це випадок коли споживач створює інновацію – відповідно просування простіше;
- виштовхуюча. Ситуація коли компанія «виштовхує» інноваційний продукт. Про такі інновації кажуть що це «лабораторні інновації». Вони базують на фундаментальних дослідженнях і можливостях існуючих технологій та матеріалів. Для їх впровадження розробляється потужна комунікаційна програма метою якої є створення попиту, інформування про те, що товар здатен кращим чином закрити потреби ніж існуючі аналоги. Виштовхування починається із взаємодії із партнерами – оптовими покупцями. Після того як вони проявили інтерес до інновації є ймовірність що і споживач ним зацікавиться. Неринковий характер створення науково-технічної продукції потребує адаптації техніко-економічних особливостей інновації до потреб конкретних споживачів та специфіки ринкової кон'юнктури [8].

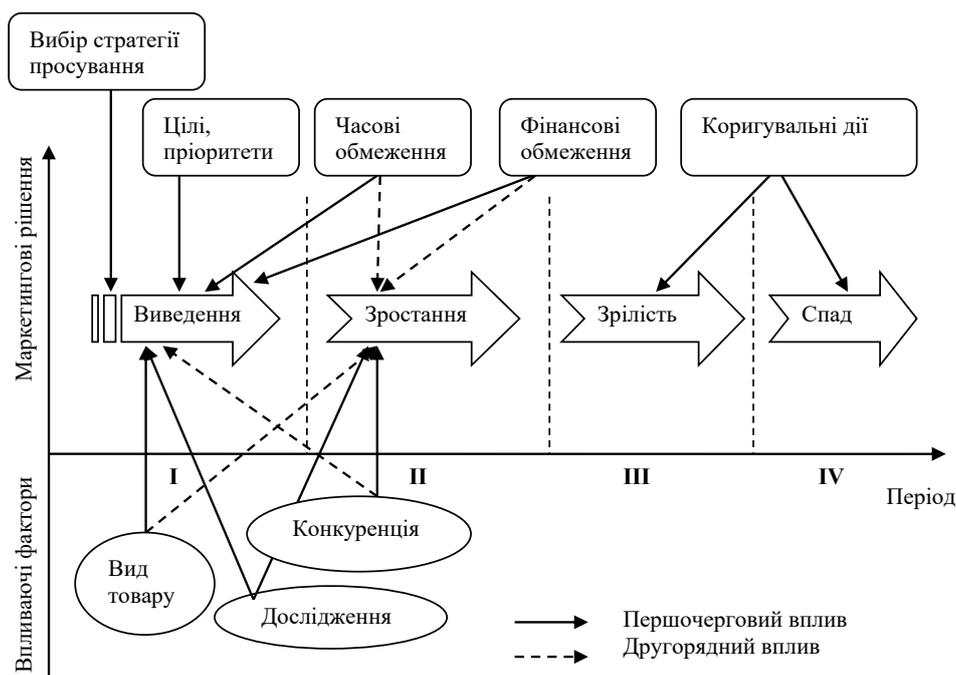


Рис. 3. Модель просування інновації на ринок

Джерело: розробка автора

Дослідження європейських та американських ринків показали що: 60–80% інновацій (залежно від галузі і типу) мають ринкове походження, тобто «витягнуті» ринком і тільки 20–40% вийшли з лабораторії. Інновації, розробці яких передували дослідження споживчих очікувань більш успішні. Тобто витягуюча стратегія просування інновацій має більший потенціал успішної реалізації.

#### Висновки

Таким чином до розробки стратегії просування інновацій слід підходити дуже зважено та детально планувати кожен крок, постійно відстежуючи досягнуті показники, порівнюючи їх з плановими та вносячи своєчасні корективи у стратегію просування. Інновації в епоху цифровізації просуваються простіше оскільки доступна значна кількість технологій які полегшують збір даних про споживача, розширюють кількість доступних каналів для просування, дозволяють подати максимум інформації, викликати емоційні та раціональні реакції. Однак в умовах шерінгової економіки просування ускладнюється оскільки основним його завданням стає не просто забезпечення поінформованості споживача, а формування довіри, що складно забезпечити у цифровому світі. Саме питання просування інновацій в умовах шерінгової економіки має перспективи подальшого дослідження

#### Список використаної літератури

1. Баскакова М.Ю. Формування комплексу просування інновацій на споживчому ринку. Вісник СумДУ. 2006. № 7. С. 127-130. URL : <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/2135/1/21%20Baskakova%20p127-130.pdf;jsessionid=7E225BF79CAC500942AD32B3CD001F28> (дата звернення 10.11.2022).
2. Вербицька Г.Л. Особливості маркетингової підтримки інновацій вітчизняних промислових підприємств в умовах міжнародних економічних відносин. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». 2016. № 846. С. 36-41. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPL\\_2016\\_846\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPL_2016_846_9) (дата звернення 19.11.2022).
3. Все спільне: як працює sharing economy. Журнал «Новини бізнесу». URL : <https://biz.nv.ua/ukr/experts/shcho-take-ekonomika-spilnogo-spozhyvannya-novi-biznes-modeli-50035050.html> (дата звернення 22.11.2022).
4. Краус К.М., Краус Н.М., Голубка С.М. Шерінгова економіка: цифрова трансформація підприємництва на шляху до індустрії 4.0. Ефективна економіка. 2021. № 8. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=9139> (дата звернення: 31.10.2022). DOI: 10.32702/2307-2105-2021.8.73.
5. Куйбіда В.С., Карпенко О.В., Наместник В.В. Цифрове врядування в Україні: базові дефініції понятійно-категоріального апарату. Вісник Національної академії державного управління при Президентові України. 2020. № 1. С. 5-10. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnaddy\\_2018\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnaddy_2018_1_3) (дата звернення 14.11.2022).
6. Полегенька М.А. Етимологія терміну «інновації» як економічної категорії. Агросвіт. 2016. № 21. С. 57–61. URL: [http://www.agrosvit.info/pdf/21\\_2016/11.pdf](http://www.agrosvit.info/pdf/21_2016/11.pdf) (дата звернення 24.11.2022).

7. Прокопенко О.В., Троян М.Ю. Особливості просування на ринку інноваційних продуктів. Механізм регулювання економіки. 2005. № 1. С. 84-91. URL : <https://core.ac.uk/download/pdf/324274908.pdf> (дата звернення 29.11.2022).
8. Сладкевич В.П. Стратегічний менеджмент організацій : підруч. Київ : ДП «Видавничий дім «Персонал», 2008. – 496 с. URL : [https://maup.com.ua/assets/files/lib/book/p09\\_18.pdf](https://maup.com.ua/assets/files/lib/book/p09_18.pdf) (дата звернення 10.11.2022).
9. Україна 2030E – країна з розвинутою цифровою економікою. Український інститут майбутнього. URL: <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html> (дата звернення 14.11.2022)
10. Brennen S. Digitalization and Digitization URL: <http://culturedigitally.org/2014/09/digitalization-and-digitization/> (дата звернення 14.11.2022).

#### References

1. Baskakova M.Iu. (2006) Formuvannya kompleksu prosuvannya innovatsii na spozhyvchomu rynku [Formation of a complex for the promotion of innovations in the consumer market]. Visnyk SumDU. № 7. S. 127-130. Available at: <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/2135/1/21%20Baskakova%20p127-130.pdf;jsessionid=7E225BF79CAC500942AD32B3CD001F28> (Accessed 10.11.2022).
2. Verbytska H.L. (2016) Osoblyvosti marketynhovoї pidtrymky innovatsii vitchyznianykh promyslovykh pidpriemstv v umovakh mizhnarodnykh ekonomichnykh vidnosyn [Peculiarities of marketing support for innovations of domestic industrial enterprises in the conditions of international economic relations]. Bulletin of Lviv Polytechnic National University. № 846. S. 36-41. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPL\\_2016\\_846\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPL_2016_846_9) (Accessed 19.11.2022)
3. Vse spilne: yak pratsiuie sharing economy. Novyny biznesu. Available at: <https://biz.nv.ua/ukr/experts/shcho-take-ekonomika-spilnogo-spozhyvannya-novi-biznes-modeli-50035050.html> (Accessed 22.11.2022)
4. Kraus K.M., Kraus N.M., Holubka S.M. (2021) Sherinhova ekonomika: tsyfrova transformatsiia pidpriemnytstva na shliakhu do industrii 4.0. [Sharing economy: digital transformation of entrepreneurship on the way to industry 4.0]. Efficient economy. № 8. Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=9139>. (Accessed: 31.10.2022). DOI: 10.32702/2307-2105-2021.8.73
5. Kuibida V.S., Karpenko O.V., Namestnik V.V. (2020) Tsyfrove vriaduvannya v Ukraini: bazovi defynitsii poniatiino-katehorialnoho aparatu [Digital governance in Ukraine: basic definitions of the conceptual and categorical apparatus]. Bulletin of the National Academy of Public Administration under the President of Ukraine. № 1. S. 5-10. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnaddy\\_2018\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnaddy_2018_1_3) (Accessed 14.11.2022)
6. Polehenka M. A. (2016) Etymolohiia terminu «innovatsii» yak ekonomichnoi katehorii [Etymology of the term «innovation» as an economic category]. Agrosvit. № 21. S. 57–61. Available at: [http://www.agrosvit.info/pdf/21\\_2016/11.pdf](http://www.agrosvit.info/pdf/21_2016/11.pdf) (Accessed 24.11.2022)
7. Prokopenko O.V., Troian M.Iu. (2005) Osoblyvosti prosuvannya na rynku innovatsiinykh produktiv [Peculiarities of promoting innovative products on the market.]. Mechanism of regulation of the economy. № 1. S. 84-91. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/324274908.pdf> (Accessed 29.11.2022)
8. Sladkevych V.P. (2008) Stratehichnyi menedzhment orhanizatsii [Strategic management of organizations]. Kyiv: DP «Vydavnychiy dim «Personal», 496 s. Available at: [https://maup.com.ua/assets/files/lib/book/p09\\_18.pdf](https://maup.com.ua/assets/files/lib/book/p09_18.pdf) (Accessed 10.11.2022)
9. Ukraina 2030E – kraina z rozvynutoiu tsyfrovou ekonomikou. Ukrainian Institute for the Future. Available at: <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html> (Accessed 14.11.2022)
10. Brennen S. Digitalization and Digitization. Available at: <http://culturedigitally.org/2014/09/digitalization-and-digitization/> (Accessed 14.11.2022)

## ПУБЛІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ

УДК 81'246.2+159.91

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.1.25>

В. М. ДЕМЧЕНКО

кандидат філологічних наук, доцент,  
доцент кафедри державного управління і місцевого самоврядування  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-1841-7798

Н. М. КОВАЛЬСЬКА

кандидат педагогічних наук, доцент,  
доцент кафедри державного управління і місцевого самоврядування  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-5758-8373

**КРИМІНАЛЬНЕ АРГО ТА ПУБЛІЧНА ПОЛІТИКА:  
ПСИХОЛОГІЧНА КОНОТАЦІЯ**

*У статті з лінгвістичного та психологічного боків розглянуто елементи кримінального аргю, які вживаються в сучасній Україні. У цьому вимірі проаналізовано проблеми загальної культури, ментальності, що безпосередньо впливають на сферу національної безпеки і, як наслідок, загрожують цілісності держави. Для України ця небезпека походить від російських імперських традицій, які відображені в мовленні й тому потребують позбавлення від таких мовних елементів.*

*Мета статті – проаналізувати елементи кримінального жаргону в колишньому та сучасному мовленні українців. Також проаналізовано семантичну трансформацію деяких арготизмів і знайдено співвідношення між негативною конотацією арготизмів і негативними рисами українського суспільства – корупцією, недовірою до влади та низьким культурним рівнем – та загальною небезпекою для української державності.*

*У статті аналізується кореляційний вплив кримінальних жаргонів на менталітет українців. Це негативний вплив російськомовної форми на українську мову та формування відповідного менталітету, який загрожує національній ідентичності. Наприклад, одиниці «мама» або «тато», що позначають лідера злочинного угруповання чи наркоторговця, сьогодні актуальні як символ начальника, керівника. Хоча такий начальник традиційно представляє адміністративно-командний стиль управління, для пересічних громадян і маргіналів він – дбайливий господар. Так, «батьком» звать авторитарного президента Білорусі Лукашенка, а «батьком усіх народів» був Сталін. Аналогічно такі формулювання характеризують і мовлення в'язнів – «пахан» (авторитет) і «бугор» (бригадир).*

*Зроблено висновок, що існує прямий зв'язок між кримінальною культурою та авторитарним стилем управління, що негативно впливає на розвиток посттоталітарного суспільства, гальмує реалізацію мовної політики, а через неї – українського державотворення.*

**Ключові слова:** державна безпека, кримінальний жаргон, ментальність, народне мовлення, національна ідентичність.

V. M. DEMCHENKO

Candidate of Philological Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Public Administration  
and Local Self-Government  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0003-1841-7798

N. M. KOVAL'SKA

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Public Administration  
and Local Self-Government  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-5758-8373

## THE CRIMINAL JARGON AS A PSYCHOLOGICAL SIGN OF POST-TOTALITARIAN SOCIETY

*The problems of the general people culture, in particular its linguistic aspect, directly affects the sphere of national security and as a result threatens the integrity of the state. For Ukraine, this danger comes from Russian imperial traditions, which are reflected in the language. For Ukraine, this danger comes from Russian imperial traditions, which are reflected in the language, and therefore need to get rid of such linguistic elements.*

*The purpose of the article is to analyze the elements of the criminal jargon in the former and modern speech of Ukrainians. It is also necessary to analyze the semantic transformation of some argots and to find a correlation between the negative argots connotation, the negative features of Ukrainian society – corruption, distrust of power and low cultural level – and general danger to Ukrainian statehood.*

*This article analyzes the correlation effect of criminal jargon units on the Ukrainian mentality. This is negative influence of the Russian language form to the Ukraine language and formation a corresponding mentality that threatens the national identity. For example, family names «mother» or «dad» denote a criminal group leader or drug dealer. Today they are relevant as a symbol of the boss, manager. However, such a boss represents administrative-command management style, for ordinary citizens and marginal he is a caring master. «Father» is the name of the authoritarian president of Belarus Lukashenko, «The Father of all peoples» was Stalin. Similarly, such reflections are in the prisoner speech – «pukhan» (authority) and the «boogor» (brigadier). Thus, there is a direct link between the criminal culture and the authoritarian style of governance that affects the development of a post-totalitarian society.*

**Key words:** state security, criminal jargon, mentality, popular speech, national identity.

**Постановка проблеми**

У сфері державно-національної безпеки мовні питання посідають визначальне місце, через що навіть державний статус української мови не зумовив принципових змін у її історичному протистоянні з російською. Можливо, це ще не той час, який потрібен для принципових змін – особливо на суб'єктивному рівні (ціннісне ставлення до мови своїх предків, бачення її перспективності тощо), проте за умови зацікавленості всього суспільства в розвитку української мови результати були б набагато ефективнішими.

До традиційних проблем протистояння із сусідньою Росією – колишньою метрополією, насамперед в інформаційній сфері, яку важко контролювати державі в умовах неоднотайності її населення, залучаються ще й проблеми загальної мовленнєвої культури українського соціуму, де вплив російської мови відбувається не лише через кальковані одиниці в публічному мовленні, але й узагалі через різке зниження культури мовлення з довготривалим переходом одиниць злочинського аргю (фені) до загальнонародної мови.

Поряд із цим залишаються актуальними рудименти попередньої публічної культури, зокрема й управлінського стилю, що заважають українському державотворенню, орієнтованому на європейські гуманітарні цінності. Це зокрема авторитарність в управлінні (переважно локальному, адже державні адміністратори перебувають під уважним контролем із боку громадськості й медіа. Саме тому ця проблема цікавить не лише публіцистів, але й лінгвістів і психологів, які досліджують культуру публічного мовлення та ментальні особливості постколоніального населення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Тематику чистоти української мови (пуризму) в сучасному вимірі та психологічній зумовленості забрудненості повсякденного мовлення розробляли багато відомих мовознавців, психологів і публіцистів. Так, Л. Масенко аналізує вплив попередньої імперської епохи (та російської мови зокрема) не лише на українську мову, а й на ментальність українців [1]. Сучасна методистка В. Александрова звертає увагу на те, що демократизацію мови можна назвати навіть вульгаризацією, настільки вона на всіх рівнях засмічена жаргонізмами, ненормативною лексикою [2]. І. Козинець акцентує на засміченості діалектизмами, тавтологією, плеоназмами, жаргонізмами, що знижують рівень мовленнєвого розвитку [3]. З іншого боку розглядають цю проблему вчені-психологи. Так, О. Бідюк залучає категорії комунікації до системи прикладного психоаналізу [4], Н. Захарчук розглядає проблеми міжкультурної комунікації у філософському й соціологічному аспектах [5], колектив учених (Л. Калмикова, Г. Калмиков, І. Лапшина та Н. Харченко) докладно вивчають проблеми психології мовлення на академічному рівні [6], проводячи паралелі з історичним розвитком нації, ментальними її особливостями.

Отже, в науці достатньо досліджено питання культури мовлення, вплив на неї історично-соціальних чинників, психологічний аспект цієї проблеми, що включає й корелятивний аналіз загальної культури людей та їхнього рівня мовленнєвої культури. Недостатньо дослідженими залишаються окремі сектори об'єкта дослідження, зокрема лексичний комплекс кримінального (злочинського) аргю, елементи якого активно входили до загального вжитку ще «радянських» українців із середини ХХ століття та залишаються актуальними й нині, впливаючи не лише на рівень загальної культури суспільства, але й на характер публічної влади.

**Формулювання мети дослідження**

Зважаючи на вищенаведене, метою статті є розгляд деяких одиниць злочинського (кримінального) аргю, що увійшли до розмовного мовлення радянського народу ще в першій половині ХХ століття й функціонують сьогодні

на всіх рівнях комунікації. Як окремі завдання дослідження слід виокремити визначення випадків семантичної трансформації, що відбулася з окремими арготизмами, та кореляції між негативною конотованістю таких арготизмів, пов'язаністю з негативними ознаками українського суспільства – корумпованістю, недовірою до влади та низьким культурним рівнем – і безпекою для української державності загалом.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

Л. Масенко в монографії «Мова радянського тоталітаризму» в межах так званої «*lingua sovietica*» згадує й арго маргінальних елементів суспільства, зокрема лайливі та грубі його елементи, що увійшло в мовлення радянських громадян після більшовицького перевороту [1]. Від того часу поступово слова злочинського світу входять у мову художньої літератури та публіцистики, репрезентуючи просте мовлення, а партійні та комсомольські керівники взагалі беруть їх на озброєння у своїй фаховій комунікації – щоб бути ближчими до простого народу. Це стосувалося (і стосується) власне російської мови, а тому зрештою відчутно знизило її рівень. Проте й українська мова набралася тих поганих реп'яхів за час існування радянської системи, що разом із численними калькованими одиницями витіснили питомі етнічні форми з усіх функціональних страт.

Існує чимало словників різноманітного арго, серед яких є присвячені тій сумнозвісній «фені» (напр., [7]). Особливий інтерес становлять такі одиниці, що вже давно адаптовані в загальнонародному мовленні, а деякі з них – і в офіційному (публіцистика, художня література тощо). Наприклад, слово *барига* («наркаторговець») – надалі позначення скупника краденого чи нечесного торговця. Етимологію вбачаємо від *баришника* (початково – «маклер, посередник»), що все одно мало негативний характер, оскільки в радянський час будь-які торгові операції поза державною системою сприймалися виключно як негативне явище, відповідно такі особи повсюдно критикувалися й були об'єктом висміювання як потенційні злочинці. Тому одиниця *баришник* сприймалася як не менш груба за *баригу*.

Арготизм *кодло* («злочинне угруповання») має більш давнє походження з польської мови – з провідним значенням «родовий зв'язок» [8, с. 491] – і тому не дивно, що вживався він на різних рівнях і в різних стилях саме української мови. Зрештою в російській воно відзначалося однозначно негативною асоціальною семою, а в українській – неоднозначною етимологією (певною мірою негативною, однак не асоціальною).

Чимало слів субкультурної феневої лексики залишилися в активному мовленні ХХІ століття. Наприклад, одиниця *колеса* на позначення пігулок (таблеток), переважно наркотичних, уживається й сучасною молоддю. Такі сленгізми ми вже аналізували в монографії [9] – *цімес*, *п'ятка*, *косяк*, *забити трубу* та ін. *Кси́ва* (їдишевого походження) на позначення будь-якого документа функціонує в мовленні представників кількох поколінь, як і *базар* у значенні «розмова», *бухий* («п'яний»), *зав'язати* («припинити красти або будь-яку злочинну діяльність»), нині – «кинуги шкідливу звичку», напр., зловживати спиртним).

Деякі з таких слів навіть стали модними – і саме в метафоричному феневому значенні. Так, слово *геморой* (в оригіналі – назва хвороби) у колі злочинців ХХ століття означало власне невдачу, а сьогодні – будь-яку життєву проблему, тягар, зайве навантаження, часто взяте на себе за власною ініціативою. І досі залишаються активними позначення керівника родинними назвами *мама*, *папа* (батько), які у фені позначали голову злочинного угруповання (ще – збувача наркотиків), а сьогодні – голову колективу, переважно носія адміністративно-командного стилю, для пересічних громадян і маргіналів – турботливого господаря (яскравий приклад – авторитарний незмінний президент Білорусі *батька* Лукашенко чи й сумно відомий усім *отець* всіх народів Сталін). Аналогічно в мовленні в'язнів – *пахан* (авторитет) і *бугор* (бригадир).

Зазначимо, що більшість арготичних одиниць має негативну конотацію. Так, одиниця *скурвитися* («зрадити») у повсякденному мовленні народу відзначалася певною функціональністю (більшою мірою зі значенням характеристики особи «зіпсуватися»), а ось *зсучитися* («зрадити злочинський закон») залишилося винятково в межах злочинської фені, оскільки й етимон *сука* тут означає зрадника, а не просто погану людину (або собаку чи жінку), як у пересічних громадян. До речі, спостерігається тенденційно негативне ставлення до жінок і взагалі сімейних цінностей: вагітна жінка – *заряджена*, діти – *скорпіони* (що більш метафорично ніж загальнонародна форма *спиногризи*). Зауважимо принципову віддаленість від християнської моралі, за якою діти – це головна цінність людства, продукт любові.

Ще одна одиниця, яка поєднує «світ злочинців» і «світ громадян» у цікавій антитезі, – це лексема *працювати* (работать), що в словниковій дефініції означає «брати участь у створенні матеріальних і духовних цінностей» [10, с. 521]. У загальному розумінні – виконувати певну діяльність, тобто в колі злочинців – фактично скоювати злочини, що й відповідає фені. Іншими словами, гасло злочинців перед виходом на злочин буде таким: *працюємо*. Таке ж гасло властиве й сучасним правоохоронцям: «відпрацювати свідків» (*отработать*), музикантам (*работали концерт*), хірургам перед операцією (*працюємо*) та ін.

Серед найбільш актуальних слів – *блатний*, *блат*, які ввійшли в загальнонародне мовлення радянського народу на позначення не лише певних переваг, а й узагалі системи соціального розподілу, коли людина (зокрема студент чи учень) оцінювалася не за своїми розумовими здібностями, а за належністю до певних прошарків населення (робітниче походження, співробітництво з «внутрішніми органами», партійне членство

тощо) або просто через підлабузництво чи «безпрекословное» виконання розпоряджень керівництва (див. ще: [10]).

Негативна сема ще раз доводить асоціальність *блатного*, який не просто не сприймає суспільних цінностей, а й зневажає їх. Зауважимо при цьому, що ставлення до суспільства часом не ототожнюється зі ставленням до правителя, який в умовах диктатури шанується й злочинцями – як *пахан* (з відтінком побоювання).

Порівняно з попередніми одиницями, семантично непрозорі арготизми передбачають більш метафоричну природу, проте в межах ідіоматичних словосполучень один компонент указує на зміст поняття. Так, сполукою *елочка зеленая* називався в'язень – колишній військовий, що можна етимологізувати від компонента *зелений* як кольору військової форми; *єжова маруха* – позначення сварливої жінки, на що вказує метафоричне значення «колюча, як їжак» (*маруха* – традиційне позначення жінки з паралельними формами *маруська* чи й *мамка*).

Арготизм *засмолити* («застрелити») має більш відомі семантичні відповідники *шмаляти*, *шмальнути* та й *шмайлер* (власне зброя). Однак в аргі наркоманів *шмаляти* означає й «курити марихуану» (*шмаль*), а тому об'єднувальною семою можна визначити «обпалити» (через що й існує літературний відповідник *палити* до професійного *курити*).

Що ж до марихуани, то первинний продукт збирання – конопляний сік – позначається калькованим арготизмом *пластилін*, оскільки вимішується у схожий фізично в'язкий конгломерат, який має офіційну назву *гашиш*, а вторинний продукт – засушене суцвіття коноплі (офіційна назва – *анаша*) – у фені має відповідник *план* – від англ. *plant* («рослина»).

Також англійську одиницю *тролейбус* вжито на позначення людини в окулярах, що важко етимологізується, хіба що за аналогією до окулярів, які носили всередині ХХ століття і які мали тонку оправу, що певною мірою схожа на штанги тролейбуса. Пospрияла цьому й мода на відповідний неологізм.

Чинник моди присутній і в найменуванні-шифруванні загальних понять власними назвами, що жодним чином не пов'язані між собою: *столитін* – «спецавтомобіль для перевезення в'язнів», *тимофій* – «особа, яка виконує смертний вирок», *юрик* – «злочий», *шурик* – «гомосексуаліст пасивний» (або ще маргаритка). Проте у випадку *шапіро* («адвокат») такий зв'язок присутній: антропонім репрезентує одне з найбільш відомих єврейських прізвищ у Європі, з іншого боку – адвокатами були переважно євреї, а тому це фіксація прізвища або якогось конкретного адвоката, що з часом стало загальною назвою, або просто асоціація цієї професії з євреями (аналогічно – прізвище *Ашкеназі*, що безпосередньо походить від історичної назви єврейського населення Європи).

Нині лібералізація щодо вживання елементів аргі (жаргону, сленгу) дійшла до стану парадоксу: активне їх використання в мові мас-медіа, своєрідна популяризація відбувається вже зверху-донизу, а не навпаки, як було завжди із входженням одиниць просторіччя. Лінгвісти ж доходять висновку, що ця лібералізація призводить зрештою до збалансованого оновлення стандартної мови. Наприклад, зі злочийського аргі до буденної мови потрапляє одне певне значення – частіше етимологічно прозоре (*маякнути* – «просигналізувати», *опустити* – «пригнобити», *піднятися* – «досягти матеріального успіху», *мерс* – «Мерседес» і навіть *фуфло* – «щось негативне, неістинне»), і закріплюється воно надовго, оскільки має відповідне «романтичне» наповнення, що повсякчас ставало модним в імперійних і нині – в постімперійних умовах нашого соціуму (про це явище та взагалі про явище жлобства ми вже писали [9]).

Що ж стосується молодіжного аргі (сленгу), то значну частину цього масиву ми називаємо шифризмами – одиницями, що свідомо використовуються для порозуміння лише у своєму обмеженому середовищі, – як і «злочийською» фенею (навіть в етимологічному визначенні: «арго ← фр. *argot* – умовний жаргон певної групи людей, що має таємничий характер... щоб **інші не зрозуміли**» [11, с. 81] (виділення наше – В.Д)). Саме через таку свою природу ці одиниці довго не живуть, адже не виявляють зв'язку між первинною етимологією та домовленим значенням. Однак є такі, що актуальні сьогодні на загальноорозмовному рівні – *доганятися* (наркоманське «приймати наркотичну речовину вдруге» – сьогоднішнє «доганятися пивасиком»); *ломка* (стан наркотичного похмілля – сьогодні небажання щось робити); *бодяжити* (готувати наркотичне зілля – узвичаєне «будь-що розмішувати»), *замутити* (підготувати наркотичний розчин – узвичаєне «організувати якусь справу»); *кайф* (будь-яка наркотична речовина – узвичаєне стан задоволення). До цього кола додаються сполуки, що нині властиві людям бізнесу (*рубити капусту*, *лимон*, *ставити таксу*, *бомбити фірму* тощо), що також похідні від злочийського аргі (*поставити на бабки*, *розвести на капусту*, *посадити на цотчик* тощо).

Як бачимо, найбільше таких одиниць прийшло саме з «фені». При цьому вони навіть за зовнішньою формою асоціюються з неіншомовними, хоча це не українські одиниці (*отмазка*, *криша*, *грузити*, *блін* тощо) або адаптовані (*пофігіст*, *фільтрувати базар*, *понтуватися*). Проте поєднує їх відносно прозора етимологія: *тормоз* (*тормозити*) характеризує особу з пригальмованою реакцією, що відповідає терміну психології *загальмований*. (етимон – гр. *τομος* «кілок», а тому український варіант міг би бути «ну ти і кілок!»). Т. Шевченко вжив колись це слово для характеристики царя Миколи II – «ця особа гальмує певний процес у суспільстві» [12, с. 375]. Тобто це випадки досить довготривалого функціонування арготизму. Так, відносно сучасне слово *бабки* («гроші») існувало з цим значенням у 20-ті роки ХХ ст.: *бабка* – карбованець; *понт* (від фр. *point* «висота ставки» в картах) на початку ХХ ст. у сполуді *бити понт* означало «красти», а на початку ХХІ – «брати на понт» – «залакувати»,

проте крім такої власне кримінальної семантики проте *понт* поширене в загальнорозмовній мові зі значенням «хвалитися»; *форсити* («хвалитися») також фіксується ще з початку ХХ ст., як і *шестірка* («підручний злодія»), що походить від *штемп* з аналогічним значенням, який стояв *на стрьомі* й у разі небезпеки голосно вигукував умовлене слово-пароль *зекс* (нім. «шість»).

Слід нагадати і про низку сленгізмів, які були поширеними в молодіжному аргі у 70-ті роки ХХ ст. (*айзи* – очі, *брендовий* – новий, *гріни* – долари, *чейндж* – обмін, *хайр* – волосся), проте до нашого часу майже не дійшли, хоча цілком зрозумілі всім. Сучасні ж запозичення потрапляють до мовлення молоді часто з перекладів кінофільмів і надалі стають зрозумілими для всіх поколінь мовців. Наприклад, найбільш часто вживаними є такі одиниці: *фішка* (від англ. *to catch a fish* «піймати рибку», тобто «зрозуміти»), де певно перекладач скоротив цю сполуку для зручності); *даун* (від назви психічної хвороби на позначення хворої особи, проте сленгізм позначає й ознаку «нещасливий», і взагалі депресійний стан («down in the dumps»)); *протягти ноги* («померти») – тотожне американському «kick the bucket»; *відмивати гроші* («легалізувати») – калька від англ. «to launder money» («прати гроші»); *жовта преса* («бульварна», «непринципова») – калька від англ. «yellow press»; *продвинутий* (семантична калька від англ. *advanced*) – ознака грамотної, мислячої по-сучасному особи, термін невдало ввели в українську термінологію як *просунутий*, що не органічне на ґрунті української мови; *кінець* (арготичне значення «смерть») тотожне англ. *the end*, що має ширше значення – «завершення певного процесу».

Поряд із західним походженням арготизмів відзначаємо й східне, що відтворює довший шлях адаптації та засвоєння загальнорозмовною мовою. Наприклад, *сарай* (назва підсобного приміщення) походить від тюркського «палац» (Караван-*сарай*, Бахчисарай), що відбулося через зневагу українців до історичних супротивників; *торба* (заплічний міх) після узвичаєння у сполучі «потрапити в торбу» (у безвихідну ситуацію) стала означати «нещасливий кінець»; *шара* виводимо від тюрк. *саранча* зі значенням «жовтий, блідий» (тобто на позначення певної аморфності); *цімес* (від їдишевого *zimes*) традиційно позначає «щось смачне» (неправильне *цинус*), проте існує й однозвучне німецьке *zum essen* з аналогічним значенням;

Отже, арготична лексика загальноновживаної мови увійшла із двох основних джерел – молодіжного сленгу (наркоманська й тусовочна лексика) та злочинного аргі («фені»), де більш продуктивним є друге. Воно ж і найбільш тривале за часом, і найбільш зрозуміле всім віковим прошаркам населення, незважаючи на соціальний статус, адже його активними користувачами є не лише пересічні чи маргінальні елементи соціуму, але й публічні особи, зокрема й державні службовці та політичні діячі.

### Висновки

З вищенаведеного аналізу можна зробити певні висновки. Так, упродовж тривалого функціонування елементів злодійського аргі відбулася семантична трансформація багатьох із них. Наприклад, арготизмом *мама* («збувачка наркотиків») у загальнонародному мовленні прийнято називати жінку-керівника, переважно представницю авторитарного стилю управління. Відзначаємо також домінують негативної конотованості таких калькованих арготизмів, зокрема гендерного та сексуального спрямування, а також кореляцію з негативними ознаками українського суспільства – корумпованістю, недовірою до влади (наприклад, у багаторічній практиці слова *блатний* – від семантики злочинної авторитетності до певної номенклатурності носія такої ознаки).

Зрештою вживання означених арготичних елементів у мовленні означає все ж таки низький культурний рівень носіїв мови та становить небезпеку для української державності загалом. Так, негативна конотація арготизмів, що стосуються жінок, дітей, представників різних етносів репрезентує як недовіру до влади, так і низький культурний рівень самої влади; репрезентує грубість у стосунках між людьми і зрештою призводить до розколу в суспільстві з одночасним зниженням його загальної та політичної культури. Усі ці негативи загалом гальмують державотворення й входження України до світової цивілізованої спільноти.

За цими процесами потрібно спостерігати та запобігати їх розвитку, чому плануємо присвятити подальші дослідження.

### Список використаної літератури

1. Масенко Л. Мова радянського тоталітаризму. Київ: ТОВ «Вид-во «Клію», 2017. 240 с.
2. Александрова В.Ф. Мовленнєва культура сучасної молоді. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*. 2013. № 8(2). С. 7-11. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ppsv\\_2013\\_8%282%29\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ppsv_2013_8%282%29_3)
3. Козинець І.І. Культура мовлення як показник загальної культури особистості. *Вісник Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля*. 2015. № 2 (10). <https://pefpsy.duan.edu.ua/images/PDF/2015/2/25.pdf>
4. Бідюк О. В. Комунікативні вектори прикладного психоаналізу. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія»*. Острог, 2010. Вип. 2. С. 3–11.: [http://www.nbuv.gov.ua/portal/Soc\\_Gum/Nznuoa/kisk/2010\\_2/1\\_Bidiuk.pdf](http://www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Nznuoa/kisk/2010_2/1_Bidiuk.pdf).
5. Захарчук Н. В. Проблема культури та міжкультурної комунікації у філософсько-соціологічному аспекті. *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. Київ, 2008. № 3 (24). С. 174–178.

6. Психологія мовлення і психолінгвістика / Калмикова Л.О., Калмиков Г.В., Лапшина І.М., Харченко Н.В. Київ: «Фенікс», 2008. 245 с.
7. Феня – азбука ЗЭКА. *Цензор.Нет*. URL: [https://censor.net.ua/resonance/927/fenya\\_\\_azbuka\\_zeka\\_banditskorusskiyi\\_slovar](https://censor.net.ua/resonance/927/fenya__azbuka_zeka_banditskorusskiyi_slovar)
8. Етимологічний словник української мови / ред. кол. О.С. Мельничук (гол. ред.) та ін. Київ: Наук. думка, 1985. Т.2. 570 с.
9. Демченко В. М. Українська буденна мова: монографія. Херсон: ХЮІ ХНУВС, 2006. 180 с.
10. Словник української мови / ред. кол. Білодід І.К., Бурячок О.О. та ін. Київ: Наукова думка, 1976. Т. 7. 724 с.
11. Митрополіт Іларіон. Етимологічно-семантичний словник української мови. Вінніпег, 1979. Т.1. 365 с.
12. Митрополіт Іларіон. Етимологічно-семантичний словник української мови. Вінніпег, 1995. Т.4. 557 с.

#### References

1. Masenko L. (2017) *Mova radyans'koho totalitaryzmu* [The language of Soviet totalitarianism]. Kyiv: «Klio», 240 s.
2. Aleksandrova V.O. (2013) *Movlennieva kultura suchasnoi molodi* [Speech culture of modern youth]. *Problemy pidhotovky suchasnoho vchytelia* [Problems of modern teacher training]. № 8 (2). S. 7-11.
3. Kozynets' I.I. (2015) *Kul'tura movlennya yak pokaznyk zahal'noyi kul'tury osobystosti* [Speech culture as an indicator of the general culture of the individual]. *Visnyk Dnipropetrovs'koho universytetu imeni Al'freda Nobelya* [Bulletin of the Dnipropetrovsk University named after Alfred Nobel]. № 2 (10). URL : <https://pedpsy.duan.edu.ua/images/PDF/2015/2/25.pdf>.
4. Bidiuk O. V. (2010) *Komunikatyvni vektory prykladnoho psykhoanalizu* [Communicative vectors of applied psychoanalysis]. *Naukovi zapysky Natsional'noho universytetu «Ostroz'ka akademiya»* [Scientific notes of the National University «Ostroh Academy»]. № 2. S. 3–11. URL : [http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc\\_Gum/Nznoa/kisk/2010\\_2/1\\_Bidiuk.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Nznoa/kisk/2010_2/1_Bidiuk.pdf).
5. Zakharchuk N. V. (2008) *Problema kul'tury ta mizhkul'turnoyi komunikatsiyi u filosofs'ko-sotsiolohichnomu aspekti* [The problem of culture and intercultural communication in a philosophical and sociological aspect]. *Visnyk Natsional'noho tekhnichnoho universytetu Ukrayiny «Kyivs'kyu politekhnichnyy instytut»* [Bulletin of the National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»]. № 3 (24). S. 174–178.
6. Kalmykova L.O., Kalmykov H.V., Lapshyna I.M., Kharchenko N.V. (2008) *Psykhologhiya movlennya i psykhohinhvistyka* [Speech psychology and psycholinguistics]. Kyiv: «Feniks», 245 s.
7. Fenya – azbuka ZÉKA [Fenya is the alphabet of ZEKA]. *Tsenzor.Net*. URL : [https://censor.net.ua/resonance/927/fenya\\_\\_azbuka\\_zeka\\_banditskorusskiyi\\_slovar](https://censor.net.ua/resonance/927/fenya__azbuka_zeka_banditskorusskiyi_slovar)
8. Mel'nychuk O.S. (ed.) (1985) *Etymolohichnyy slovnyk ukrayins'koyi movy* [Etymological dictionary of the Ukrainian language]. Kyiv: Nauk. dumka, № 2. 570 s.
9. Demchenko V. M. (2006) *Ukrayins'ka budenna mova* [Ukrainian everyday language]: monohrafiya [monograph]. Kherson: KHYUI KHNUVS, S. 180.
10. Bilodid I.K., Buryachok O.O. (1976) *Slovnyk ukrayins'koyi movy* [Dictionary of the Ukrainian language]. Kyiv: Naukova dumka, № 7. S. 724.
11. Mytropolyt Ilarion (1979) *Etymolohichno-semantychnyy slovnyk ukrayins'koyi movy* [Etymological-semantic dictionary of the Ukrainian language]. Winnipeg, T.1. 365 s.
12. Mytropolyt Ilarion (1995) *Etymolohichno-semantychnyy slovnyk ukrayins'koyi movy* [Etymological-semantic dictionary of the Ukrainian language]. Winnipeg, T.4. 557 s.

В. М. ДЕМЧЕНКО

кандидат філологічних наук, доцент,  
доцент кафедри державного управління і місцевого самоврядування  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-1841-7798

## ВОЄННО-ПАТРІОТИЧНА РИТОРИКА ЯК ЗБРОЯ ПРОТИ АГРЕСОРА

*У статті на основі теорії інформаційного поля, зокрема положень про інформаційну безпеку, інформаційну гігієну, моральний аспект подання й поширення інформації, риторичну майстерність, проаналізовано новорічний виступ Президента України В. Зеленського напередодні 2023 року – після понад трьохсот днів від початку терористичної агресії Росії в нашу країну. Через загальну призму боротьби України проти імперських сил визначено позитивні риси цього ораторського тексту, які, з одного боку, безпосередньо впливають на слухача / читача, а з іншого – надають правдиву інформацію в різних площинах – інформаційній, психологічній, соціальній, емоційній та риторичній, що підсилює цей позитивний вплив. Зазначено, що інформаційний аспект у тексті передбачає надання достовірної інформації, перевіреної світовими медіа; психологічний передбачає вплив поданого матеріалу на свідомість читача / слухача; соціальний спрямований на формування та зміцнення національної єдності, що допоможе в боротьбі з агресором; емоційний виявляє особисте ставлення оратора до ситуації; риторичний допомагає створити впливовий текст виступу.*

*Зроблено висновки, що, по-перше, у площині інформаційної безпеки потрібно боротися як проти недостовірності внутрішньої інформації, так і проти умисної дезінформації з боку країни-терориста, що спрямована на дестабілізацію українського суспільства, формування недовіри до влади й сил оборони; по-друге, у площині якості інформаційного потоку потрібно виробляти медійну грамотність, критично сприймаючи інформацію, фільтруючи її та правильно вибираючи надавачів інформації, по-третє, у площині надання інформації актуальною наразі є риторична майстерність – уміння дохідливо й переконливо викладати факти, спонукаючи громаду до боротьби проти агресора. Так, у тексті новорічного виступу Президента України застосовуються різноманітні риторичні засоби та прийоми – метафора й гіпербола, повтор і антитеза, риторичне ствердження та запитання, гасло-заклик, короткі фрази – односкладні й неповні речення; по-четверте, в аналізованому тексті через інформаційний, психологічний, соціальний, емоційний та риторичний аспекти навіюються думки, потрібні для народного єднання, формування оптимізму, впевненості воїнів у своїх силах і перемозі.*

**Ключові слова:** інформаційна безпека, інформаційна гігієна, ораторська майстерність, правила риторики, медійна грамотність, свідомі громадяни.

V. M. DEMCHENKO

Candidate of Philological Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Public Administration  
and Local Self-Government  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0003-1841-7798

## MILITARY PATRIOTIC RHETORIC AS A WEAPON AGAINST THE AGGRESSOR

*Based on the theory of the information field, in particular the provisions on information security, information hygiene, the moral aspect of presenting and disseminating information, rhetorical skill, the article analyzes the New Year's speech of the President of Ukraine V. Zelenskyi on the eve of 2023 – after more than three hundred days since the beginning of Russia's terrorist aggression in our country. Through the general prism of the struggle of Ukraine against the imperial forces, the positive features of this oratorical text have been identified, which, on the one hand, directly affect the listener / reader; and on the other hand, provide truthful information in various levels – informational, psychological, social, emotional and rhetorical, which strengthens this positive influence. It is noted that the informational aspect of the text involves the provision of reliable information verified by the world media, the psychological aspect involves the impact of the presented material on the consciousness of the reader/listener, the social aspect is aimed at the formation and strengthening of national unity, which will help in the fight against the aggressor, the emotional aspect reveals the personal attitude of the speaker to the situation, rhetoric helps to create an influential speech text.*

*It was concluded that, firstly, in the field of information security, it is necessary to fight both against the unreliability of internal information and against intentional disinformation on the part of the terrorist country, which is aimed at destabilizing Ukrainian society, forming distrust of the authorities and defence forces; secondly, in the plane of the quality of the information flow, it is necessary to develop media literacy, critically perceiving information, filtering it and correctly choosing the providers of information, thirdly, in the plane of presenting information, rhetorical skill is currently relevant – the ability to sincerely, persuasively, convincingly present facts, encouraging community to fight*

*against the aggressor. Thus, in the text of the New Year speech of the President of Ukraine, various rhetorical devices and techniques are used – metaphor and hyperbole, repetition and antithesis, rhetorical statement and question, slogan-call, short phrases – monosyllabic and incomplete sentences, fourthly, in the analyzed text through informative, psychological, social, emotional and rhetorical aspects suggest thoughts necessary for national unity, formation of optimism, confidence of warriors in their strength and victory.*

**Key words:** *information security, information hygiene, public speaking, rules of rhetoric, media literacy, conscious citizens.*

### Постановка проблеми

На законодавчому рівні державниками визначено дефініцію поняття «інформаційна безпека», яка передбачає захист тих самих об'єктів, що й загалом національна безпека, – «життєво важливих інтересів людини і громадянина, суспільства і держави» [1]. Проте специфікою цього безпекового відгалуження є запобігання завданню шкоди через усілякі негаразди, пов'язані з функціонуванням і поширенням інформації, – її неповноту, недостовірність, недостатню доступність, «несанкціонований обіг інформації з обмеженим доступом» [1], негативний інформаційно-психологічний вплив, зокрема й умисний. Особливу увагу звертаємо на останнє положення, адже інформація насамперед спрямована на людей-слухачів / читачів, які мають її сприйняти так, як би цього хотів її надавач (переважно, адже суто інформування без певної орієнтованості / навіювання майже не можливе).

У разі такої спрямованості на певний вплив починають діяти вже інші правила – моральні, що має пряий вихід на рівень здоров'я людини – як слухача / читача, так і надавача інформації. Тому ця галузь науки виробила термін «інформаційна гігієна» (із відповідними атрибутами – «забруднення», «зараження», «стихийний медійний шквал» тощо), що передбачає насамперед обізнаність («медійну грамотність»), «уміння критично мислити, аналізувати тексти та вміти їх створювати» (тобто зворотній вплив – на надавача / отримувача) [2]. Особливо це актуально в умовах війни в Україні, коли ми бачимо та відчуваємо атаку агресора не лише забороненою зброєю масового знищення, але й інформаційними засобами, зокрема через телеканали, що транслюють повною мірою дезінформацію з боку Москви. Ця «заражена» інформація впливає на найменш психологічно підготовлені верстви українського населення – людей похилого віку та усіляких маргіналів (так званих пересічних громадян, хоча правильніше говорити – осіб, адже сам термін «громадяни» передбачає свідомих членів суспільства).

У таких умовах учені розробляють різноманітні методики, що надають певні правила сприймання інформації. Наприклад, О. Мороз розробила правила для розрізнення правди та брехні в медіапросторі, що передбачають, по-перше, уміння фільтрувати інформацію через ідентифікацію сайтів (визначення ресурсів, які відверто маніпулюють слухачем або просто хайпують – реалізують своє честолюбство); по-друге, користування лише перевіреними сайтами / блогами (існує навіть так званий білий список Інституту масової інформації); по-третє, власний аудит свого інформаційного поля (відповідно видалення тих «сміттярок»-маніпуляторів); по-четверте, розуміння ворожої вигоди використання інформаційного поля (усілякими засобами розколувати українське суспільство); по-п'яте, розпізнавання фейкового матеріалу (з боку ворога – з єдиною метою – нас залякати будь-яким чином) [3]. Дотримання таких «заходів гігієни» допоможе не лише кожній окремій особі не потрапити під вплив ворожої пропаганди, а й усьому суспільству та державі витримати жорстокий історичний виклик і перемогти агресора-терориста.

Отже, на рівні функціонування інформації та її гігієни існує дві площини – її сприймання та подання, і якщо перша стосується переважно громадян і суспільства, то друга належить спікерам – медійникам і державникам (не зважаємо на поширювачів, які повторюють почуту / прочитану інформацію, часто навіть не замислюючись про її можливу фейковість або хайповість). У такому разі постає термін «риторична майстерність», що передбачає вміння правильно викладати факти – щиро й дохідливо, і взагалі «самостійно мислити, переконувати живим словом, спонукати до дій» [4], а сама риторика була теоретично розроблена ще від часів античності. Виступ оратора передбачав кілька складників, які забезпечували його ефективність, – від власне подання інформації до впливу на слухачів, які в подальшому мали підтримати того лектора чи політичні сили, думки яких він репрезентував у тому виступі: в «екзордіумі» містилися вступні зауваження щодо теми промови, в «експозиції» визначалися її поняття й важливість, у «каузі» надавалися логічні аргументи, у «контраріумі» спростовувалися думки опонента, у «екземпльюмі» наводилися приклади й індуктивні докази, у «тестимоніумі» висловлювання й авторитетні судження, у «конклюдії» – висновки та пропозиції їх використання [4]. Можливо ці складники матимуть інший порядок у наведеному та проаналізованому нами нижче тексті, але вони там обов'язкові, що свідчить про багатовікову традицію красномовства.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання риторичної майстерності розглядалися вченими, переважно лінгвістами, у площинах загальної теорії риторики і красномовства (Г. Білавич, Івано-Франківськ, 2020 рік) [5], професійного спілкування (З. Мацюк, Н. Станкевич Н., Львів, 2020 рік) [6], ділової комунікації (Н. Химиця, О. Морушко, Львів, 2016) [7], методики викладання української мови та основ ділової комунікації (Л. Зіневич, В. Красавіна, Чернігів, 2018), вивчення

проблем інформаційного суспільства (Л. Броннікова, Київ, 2018), практичного застосування правил інформаційної гігієни [2], зокрема під час війни (О. Мороз) [3]. Учені – лінгвісти, державники, соціологи, педагоги – докладно проаналізували всі аспекти інформаційної тематики, дослідивши не лише риторичну традицію та сучасні питання подання інформації, але й актуальні проблеми українського державотворення, пов'язані з воєнним протистоянням (зокрема й інформаційним) з агресивним історичним сусідом, який через свою імперську природу завжди зазіхав на політичну свободу та землю України. Тому варто було проаналізувати цю ситуацію в межах певного ораторського тексту, що вмістив у собі різні її аспекти – інформаційний, соціальний, психологічний, емоційний, які характеризують і ситуацію, і особистість оратора-політика.

#### Формулювання мети дослідження

Відповідно до наведених вище позицій щодо сучасного інформаційного поля, зокрема в умовах війни (й інформаційної також), своєрідної гігієни та моралі його використання, а також теорії риторики об'єктом аналізу ми визначили новорічну промову Президента України В. Зеленського, виголошену напередодні 2023 року, коли сплило понад триста днів від початку терористичної агресії Росії в нашу країну [10]. Тобто мета статті – проаналізувати цей виступ відповідно до традицій ораторського мистецтва та правил дотримання інформаційної гігієни.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

Не розподіляючи текст виступу на традиційні частини – «екзордіум», «експозицію», «каузу», «контраріум», «екземпліум», «тестимоніум», «конклюдію» – задля визначення риторичної схеми, ми проаналізували його за контентуальними аспектами (із контекстними зауваженнями) та за власне мовними ознаками, що характеризують ораторську майстерність. Відразу зауважимо, що реальне авторство тексту в такому аналізі ми не фіксуємо, акцентуючи на його значенні в таких аспектах, як інформаційний, емоційний, психологічний, соціальний, риторичний.

#### Інформаційний аспект

Передбачає надання основної інформації, що може бути попередньо й не відома читачу / слухачу. Ця інформація може бути відкритою («Як наші люди зупиняли колони їхньої техніки»; «Як дід зупиняв руками танк»; «Як жінка збила дрон банкою помідорів»; «Як в окупації крали ворожі танки»; «Як збирали за години на “Ловців Шахедів”, морські дрони, броньовики, швидкі й “Байрактари”»; «Як витримали всі погрози, обстріли, касетні бомби, крилаті ракети, темряву й холод»), тобто навіть не знаючи цих історій, людина отримає інформацію та зацікавиться нею для подальшого більш докладного ознайомлення.

Ця інформація може бути прихованою («Ми побачили, хто є хто. На що здатні друзі, вороги, а головне – на що здатні ми самі»; «24 лютого мільйони з нас зробили вибір»), тобто її розшифрують лише українські громадяни, які стали учасниками цих подій: відчували сутність ворога, яка була прихована за родинними й робочими зв'язками; в умовах окупації побачили тих, хто став зрадником; відчували гордість за земляків, які не скорилися ворогу; багато навіть літніх чоловіків і молодих жінок пішли добровольцями на фронт захищати Україну, а хто потрапив в окупацію – ненавиділи ворогів, борючись іншими засобами – ігноруючи віроломну брехню, слухаючи лише українські інформаційні канали, здійснюючи мовчазне саботування наказів окупантів або й розвішуючи жовті та сині стрічки на деревах і навіть малюючи український прапор на стінах будинків.

Інформація може бути звернена до обізнаних українців, і тому короткі односкладні називні речення кожне окремо викликають у пам'яті цілу історію, пов'язану з героїзмом або захисників («Оборона Києва», «Харків», «Острів Зміїний», «Антонівський міст»), або місцевих жителів («Миколаїв», «Ізюм, Балаклія й Куп'янськ», «Херсон»), або з воєнними звитягами («Чорнобаївка», «НІМАРС», «Кримський міст», «Нептун», «Крейсер “Москва”»), або просто передає воєнний гумор («Бавовна», «Русській воєнний корабель»). Щодо гумору слід зауважити, що це можливо перше протистояння у світовій історії, коли одна сторона із самого початку висміює іншу, незважаючи на навіть трагічні ситуації. Інша ж сторона не лише постійно потрапляє в конфузні ситуації, але збільшує цю конфузність недоцільними виправданнями на кшталт бойових гусей, бджіл, безпеки Чорнобильської зони, куріння на кораблях, що призвело до їх знищення вогнем, тощо. Усі російські фейкові закиди легко спростовуються фахівцями комп'ютерної техніки, космічними супутниками, що ставить агресора поза нормами світової цивілізації. Так, у миколаївських дворах чітко видно сліди від касетних бомб, що 100-відсотково доводить застосування агресором (і саме ним) забороненої зброї масового враження.

Інформація може бути звернена до іноземців або наших громадян, які перебувають, як кажуть, не «в темі», не отримуючи з певних причин правдивих даних про війну («Світ почув Україну», «Європарламент», «Бундестаг, парламент Британії, Кнесет, Конгрес США», «На головних площах у Торонто, Нью-Йорку, Лондоні, Варшаві, Флоренції, Сіднеї»). Цим переліком доводиться увага до наших подій із боку найвпливовіших країн, а поза рядком залишається величезна їхня допомога, без якої не було б наших перемог. На цій допомозі весь час наголошується в медіазасобах – на відміну від радянських, які ніколи не акцентували на аналогічному внеску США в перемогу над фашистською Німеччиною.

#### Психологічний аспект

Передбачає вплив на читача / слухача, навіювання певних думок, які потрібні для народного єднання, формування оптимізму, упевненості воїнів у своїх силах і перемозі. Так, для єднання призначений займенник *ми*

і відповідні дієслова при ньому: «Цей рік поранив нас у серце. Ми виплакали всі сльози. Прокричали всі молитви. 311 днів. Про кожну хвилину нам є що сказати».

Якщо в усному тексті увага слухача зосереджується за допомогою пауз (коротких або подовжених), то у друкованому вони позначаються через пропущені рядки та короткі речення. Зауважимо, що про це безпосередньо тут і говориться: «Але більшість слів – зайві. Вони не потрібні. Не потрібні пояснення, прикраси. Потрібна тиша. Щоб почути. Потрібні паузи. Щоб усвідомити». Подальше перерахування драматичних подій і образів неначе входить у цю тишу гострим ножом. Особливо гостро між назвами міст сприймаються згадки про дітей – жертв бомбардувань держави-терориста: «Краматорськ. Вокзал. *Іграшка*» (конячка у крові, зображення якої зірвало Інтернет); «Маріуполь. Драмтеатр. Напис “*Діти*”» (напис на бомбосховищі. Терористи бомбардували місто, незважаючи на такі позначення); «Одеса. Багатоповерхівка. *Дівчинка. Три місяці*»; «Вільнянськ. Пологовий. *Немовля. Два дні*». Усі зазначені факти зафіксовані міжнародними службами як воєнні злочини Росії, і всі відмовки з того боку спрямовані лише на одне – обман власного народу. Це ж стосується і власне бойових дій («Оленівка». «Азовсталь»), де так само порушувалися декларовані в конвенціях закони війни. Зауважимо, що цими порушеннями та їх ігноруванням Росія довела перед усім світом свою приналежність не до європейського світу, а до східних деспотій, зокрема її давнього вчителя Чингізхана.

Поряд із безпосереднім впливом на читача / слухача текст містить чимало прикладів психологічного навіювання. Так, у фрагменті «в мить, коли здається, що ти вже не можеш іти далі, *згадайте, що ми вже з вами проїшли*» звернення спрямовано на формування оптимістичного ставлення до важких подій. Лише це й рятувало багатьох людей від стресу й остаточної зневіри як у власні сили, так і сили ЗСУ. Люди переносили час звільнення з місяця в місяць, вірячи в це, молилися ЗСУ та за ЗСУ. Фраза «віримо в Бога» була змінена на «віримо в ЗСУ», і від цього ставало набагато легше. Саме тому так гаряче зустрічали наших воїнів у звільнених містах і селах.

#### Соціальний аспект

Передбачає виховання населення країни, перетворення його на свідомих громадян. Цей аспект аналізуємо в індивідуальному й регіональному вимірах.

У першому разі фіксуємо використання займенників *ми* та *наші* зі збірним значенням: «*Ми повірили* в себе й у свої сили. Збройні Сили України. Розвідку. Нацгвардію. СБУ. ССО. Прикордонників. Тероборону. ППО. Поліцію. ДСНС. *Усі наші* сили оборони й безпеки». Тобто при цьому надається перелік усіх різновидів воєнних сил, що формує почуття і гордості за цю силу, і спокою за власну домівку й родину, і впевненості в остаточної перемозі над ворогом.

Займенники *кожен*, *всі* формують почуття єдності в патріотичному виборі громадян, а також відзначають важливість кожного з них на своєму місці: «На війні важливий *кожен*», «Хто тримає в руках зброю, кермо авто, штурвал судна чи літака, скальпель чи указку», «*Кожен*, хто за ноутбуком, хто керує комбайном, потягом», «Хто на блокпосту й на електростанції», «Журналісти й дипломати, комунальники та рятувальники», «*Всі*. Хто працює. Вчиться в університеті або школі. І навіть ті, хто тільки вчиться ходити». Після прочитання / прослуховування цього фрагменту відразу виникає почуття, що Президент нікого не забув (! – наше акцентування), а це дуже важливо в такий момент. Тобто, як говорилося ще навесні, *кожен* перебуває на своєму фронті, і навіть багато з тих, хто виїхав відразу в Європу, там провадить активну волонтерську чи пропагандистську діяльність.

До цього слід додати, що з перших днів війни люди віддавали на потреби ЗСУ та волонтерам свою зарплатню, багато хто продавав для цього власне майно, а деякі адміни збирали за кілька хвилин мільйони гривень від своїх читачів, у подальшому звітуючи про куплені бронезилети, бронемашини, безпілотники (й навіть арендований супутник).

У регіональному / місцевому вимірі в тексті окремо говориться про деякі «незламні регіони України», де кожне місце отримує свої епітети: Харків – «*понівечений, але нескорений*», «українське місто. Місто-герой»; Миколаїв – «*незламний. Героїчно* витримує всі удари»; Сумщина – «*кістка в горлі* окупантів»; «Сумщина – це сила»; Дніпро – «*опора й надійний тил* нашого фронту»; Одеса – «*сонячна й привітна*, тепер – *фортеця. Світова фортеця*», «захищає нас і яка захищає світ»; Херсон – «*героїчні люди!*», «Обличчя Херсона *посічене* уламками снарядів»; Київщина й Київ – «*серце наше*». Відзначено й міста, що стали «прихистком для мільйонів українців» (Рівне, Івано-Франківськ, Тернопіль, Вінниця), що передають «мільйони тонн допомоги з Європи та світу» (Львів, Ужгород, Чернівці, Луцьк), що приймають «в евакуації бізнес, підприємства, університети» (Хмельницький, Житомир, Кропивницький, Полтава, Черкаси), що мають чекати й дочекатися визволення (Донбас, Луганщина, Крим). Тобто цим переліком доведено, що країна живе, бореться, усі виконують свої функції, вірять у перемогу й бажають її настання, влада об'єднана та виконує свої обов'язки – як виконавча, так і законодавча.

#### Емоційний аспект

Полягає в особистому сприйнятті проголошеного, що виявляється в емоційних висловлюваннях, реалізованих у формі окличних речень із використанням особового займенника *я* та відповідних семантично маркованих слів: «*Я тишаюся* вами всіма, наші воїни!»; «*Я захоплююся* вами всіма»; «*Я* хочу сказати всім вам: українці, *ви неймовірні!*» Узагалі риторичний оклик – це обов'язковий компонент такого виступу, де оратор поєднує свої емоції

з емоціями слухачів / читачів, показуючи, що вони не від'ємні між собою. Загалом емоціями наповнений увесь текст, це його головна ознака.

### Риторичний аспект

Полягає у визначенні рис ораторської майстерності, що виявляються на власне мовному рівні. Так, провідна риса тексту – використання коротких фраз, що мають форму неповних й односкладних речень: «Цей рік почався 24 лютого. Без передмов і прелюдій. Різно. Рано. О 4-й годині» (перше речення – повне, бо це зачин усього виступу). Серед таких неповних речень відзначаються прислівникові конструкції з семантикою ознаки чи стану: «Було *темно*. Було *гучно*. Багатьом було *складно*, комусь – *страшно*. Минуло 311 днів. Нам усе ще може бути *темно*, *гучно* й *складно*. Але нам точно вже ніколи не буде *страшно*. І ніколи не буде *соромно*». Це не дивно, адже семантика стану найкраще передає загальні відчуття початку війни, що в будь-якому разі є жахливими, для когось – узагалі катастрофічними. Були люди, які кінчали життя самогубством від почуття безвиході та відповідного стресу. Як ніколи, саме тоді потрібна була психологічна допомога українцям. Але час пройшов, і люди звикли до звуків війни: у Херсоні діти навіть гралися на майданчиках на фоні недалекої канонади, а в Миколаєві та Києві – під звуки голосної сирени. Почуття страху і справді потроху нівелюється, адже, по-перше, під час війни існує атмосфера такої собі невблаганності долі, а по-друге – є спокій, коли поряд ЗСУ.

Дуже частими є називні конструкції («Зустріч ворога. Опір і боротьба»), особливо в переліках міст і регіонів, які ми наводили вище. Хоча така «називність» (сталість) властива й іншим синтаксичним конструкціям – наприклад, риторичним твердженням і запитанням («Ми всі – одна сім'я. Одна Україна»; «Це був наш рік. Рік України. Рік українців»; «Чи є щось, що може нас злякати? Ні. Чи є хтось, хто може нас зупинити? Ні»). Ці форми також є традиційними в ораторських виступах, адже поряд зі ствердженням поданої думки вони мають ознаку гасла, яке мусить закарбуватися у свідомості слухача / читача.

Такими гаслами наповнений текст виступу Президента. Ми вже зазначали його основну думку – єднання народу в боротьбі з агресором. Наприклад, фраза «*Ми вистояли на ногах*, бо було те, що нас тримало. *Наш дух*» акцентує на провідній місії духу (поряд із зазначеною вище вірою). Можна зробити висновок, що віра тримає на ногах народний загал (зокрема тих, хто був і є в окупації), а дух – воїнів усіх різновидів, а також волонтерів, які також схожі на воїнів.

У фразі «У великій війні немає маленьких справ. Немає непотрібних. *Кожен із нас – борець. Кожен із нас – фронт. Кожен із нас – основа оборони*» висловлено вже зазначену нами вище думку – кожна людина діяла на своєму особистому фронті, і саме в цьому полягає єднання українців у межах однієї спільної мети. Але українці й так «дивують». Українцям аплодують. Українці надихають». Останнє розуміємо як надання прикладу іншим народам, які до цього часу перебувають під впливом московської імперії (наприклад, білорусам, вірменам, молдованам тощо).

Відомим риторичним засобом є антитеза, що передбачає протиставлення. Так, у фрагменті «Не білий прапор, а *синьо-жовтий стяг*. Не втеча, а *зустріч*» говориться про вибір українців, що постав перед ними після 24 лютого. І саме другі частини цих фраз не лише показують, що ми вибрали, а й стверджують цей вибір, роблять його гаслом. Це було важливим вибором, адже ворожа пропаганда всілякими засобами намагалася перекопати українців здатися, скинути владу й повернутися в коло імперії, а не дивитися в бік Європи. Україна ж зробила інший вибір, і тому «змінити світ», і тому «світ відкрив Україну». Як висновок – гасло «Ми йдемо у Євросоюз і НАТО».

Також у тексті можна відзначити використання гіперболи («Вибухи 24 лютого нас оглушили», «Світ відчув Україну. Україна в медіа. У серцях людей. У топі пошуку Google»), метафори («Перші ракети остаточно *зруйнували лабіринт ілюзій*»), що може мати характер натяку («24 лютого *ми прокинулись*. Інші ми. Інший народ. Інші українці). Тобто метафора показує тут переродження населення України в українців, формування політичної нації, для частини якої ілюзії якогось «руського миру» з «дружбою народів», «старшим братом» були зруйновані, а більша частина відразу вийшла на майдани показати всьому світові, що вони – українці.

Ефективним прийомом є й повтор. Так, дієслово *перемогти* повторюється в тексті 8 разів, часом насичуючи окремі фрагменти. Наприклад: «24 лютого ми почали творити нашу *перемогу*. З багатьох цеглинок – сотень інших *перемог*»; «*Ми перемогли* паніку. Не розбіглися, а зібралися. *Ми перемогли* сумніви, зневіру, страх». Така насиченість створює атмосферу віри в перемогу, чому допомагає й повтор прислівника *тут* із займенниками: «Я тут. Ми тут. Ви тут. Усі тут. Ми всі – це Україна».

### Висновки

Відповідно до мети нашого дослідження можна зробити певні висновки.

1. Поняття «інформаційна безпека» передбачає захист життєво важливих інтересів громадянина, суспільства й держави від усіляких негараздів, пов'язаних із функціонуванням і поширенням інформації, зокрема її недостовірності, по-перше, та прямого умисного впливу з боку ворогів України – по-друге. Це особливо важливо в умовах війни, коли агресор-терорист використовує, зокрема, й інформаційні важелі, що негативно впливають на пересічного українця – несвідому й маргінальну особу.

2. У площині якості та спрямованості інформаційного потоку діють правила «інформаційної гігієни», що запобігають зараженню від «стихійного медійного шквалу» недостовірними даними, які в умовах терористичної агресії застосовуються ворогом для дестабілізації українського суспільства, формування недовіри до влади й сил оборони. З іншого боку, медійна грамотність – уміння критично сприймати інформацію, фільтрувати її, правильно ідентифікувати медійні ресурси, уникати фейків і хайпів – є також зброєю, що протистоїть ворожій пропаганді.

3. У площині подання інформації актуальною є риторична майстерність – уміння щиро, дохідливо, переконливо викладати факти, спонукаючи громаду до боротьби проти агресора. Саме таким є новорічний виступ Президента України В. Зеленського, виголошений напередодні 2023 року. За правилами ще античного красномовства, в аналізованому тексті застосовуються різноманітні риторичні засоби та прийоми – метафора й гіпербола, повтор і антитеза, риторичне ствердження та запитання, гасло-заклик, короткі фрази – односкладні й неповні речення.

4. У тексті виступу виділено інформаційний, психологічний, соціальний, емоційний та риторичний аспекти, які кожен зі свого боку підсилюють цей вплив: надають правдиву, перевірену світовими медіа інформацію; навіюють думки, потрібні для народного єднання, формування оптимізму, впевненості воїнів у своїх силах і перемозі; виховують населення країни, перетворюючи його на свідому громаду; доводять, що країна живе, бореться, усі виконують свої функції, вірять у перемогу, влада об'єднана та виконує свої обов'язки, а Президент пишається своїм народом.

### Список використаної літератури

1. Про засади інформаційної безпеки України. Проект Закону України. *Ліга Закон*. URL : <https://ips.ligazakon.net/document/JG3TH00A?an=3>
2. Інформаційна гігієна в мережі. URL : <https://taslife.com.ua/blog/information-hygiene>
3. Інформаційна гігієна під час війни: 7 базових правил. *Освіторія*. URL : <https://osvitoria.media/experience/informatsijna-gigiyena-pid-chas-vijny-7-bazovyh-pravyl/>
4. Риторика. URL : [http://academy.apbu.edu.ua/e-books/pub\\_324/3389.html](http://academy.apbu.edu.ua/e-books/pub_324/3389.html)
5. Білавич Г. Основи риторики і красномовства. Навчально-методичний посібник. Івано-Франківськ, 2020. 211 с.
6. Мацюк З., Станкевич Н. Українська мова професійного спілкування. Львів : Каравела, 2020. 352 с.
7. Химиця Н.О., Морушко О.О. Ділова комунікація: навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. 208 с.
8. Фахова українська мова та основи ділової комунікації Методичні вказівки до курсу для самостійної роботи студентів всіх спеціальностей / укл.: Л. В. Зіневич, В. В. Красавіна. Чернігів : ЧНТУ, 2018. 39 с.
9. Броннікова Л.В. Комунікативні традиції та новації в науці інформаційного суспільства. *Вісник Національного авіаційного університету. Серія: Філософія. Культурологія*. К.: НАУ, № 1(27). 2018. С. 39-43.
10. Вітання Президента Зеленського з Новим 2023 роком. URL : <https://tsn.ua/ukrayina/vitannya-prezidenta-zelenskogo-z-novim-2023-rokom-2234743.html>

### References

1. Pro zasady informatsiyanoi bezpeky Ukrainy. Proyekt Zakonu Ukrainy [About the principles of information security of Ukraine. Draft Law of Ukraine]. Liha Zakon [Law League]. URL : <https://ips.ligazakon.net/document/JG3TH00A?an=3>
2. Informatsiyana hihiyena v merezhi [Information hygiene in the network]. URL : <https://taslife.com.ua/blog/information-hygiene>
3. Informatsiyana hihiyena pid chas viyny: 7 bazovykh pravyl [Information hygiene during war: 7 basic rules]. *Osvitoriya* [Osvitoria]. URL : <https://osvitoria.media/experience/informatsijna-gigiyena-pid-chas-vijny-7-bazovyh-pravyl/>
4. Rytoryka [Rhetoric]. URL : [http://academy.apbu.edu.ua/e-books/pub\\_324/3389.html](http://academy.apbu.edu.ua/e-books/pub_324/3389.html)
5. Bilavych H. (2020) Osnovy rytoryky i krasnomovstva. Navchal'no-metodychnyy posibnyk [Fundamentals of rhetoric and eloquence. Educational and methodological manual]. Ivano-Frankivs'k, 211 s.
6. Matsyuk Z., Stankevych N. (2020) Ukrayins'ka mova profesiynoho spilkuvannya [Ukrainian language of professional communication]. L'viv : Karavela, 352 s.
7. Khymytsya N.O., Morushko O.O. (2016) Dilova komunikatsiya: navchal'nyy posibnyk [Business communication: study guide]. L'viv: Vydavnytstvo L'vivs'koyi politekhniki, 208 s.
8. Fakhova ukrayins'ka mova ta osnovy dilovoyi komunikatsiyi. Metodychni vkazivky do kursu dlya samostiyanoi roboty studentiv vsikh spetsial'nostey [Ukrainian language and basics of business communication. Methodical instructions for the course for independent work of students of all specialties] / uкл.: Л. В. Зіневич, В. В. Красавіна. Чернігів : ЧНТУ, 2018. 39 с.

9. Bronnikova L.V. (2018) Komunikatyvni tradytsiyi ta novatsiyi v nautsi informatsiynoho suspil'stva [Communicative traditions and innovations in the science of information society]. Visnyk Natsional'noho aviatsiynoho universytetu. Seriya: Filosofiya. Kul'turolohiya [Bulletin of the National Aviation University. Series: Philosophy. Culturology]. K.: NAU, № 1(27). S. 39-43.

10. Vitannya Prezydenta Zelens'koho z Novym 2023 rokom [Congratulations to President Zelensky on the New Year 2023]. URL : <https://tsn.ua/ukrayina/vitannya-prezidenta-zelenskogo-z-novim-2023-rokom-2234743.html>

І. П. ДИННИК

кандидат наук з державного управління,  
доцент кафедри публічного управління та адміністрування  
Державний торговельно-економічний університет  
ORCID: 0000-0003-2474-7371

## ЗАПРОВАДЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ “SMART-COMMUNITY” У ПОВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

*Запровадження концепції "Smart-community" може стати ефективним напрямком відновлення сільських територій. Села та містечка є важливими елементами суспільства та економіки, однак їх розвиток часто відстає від міських територій. Використання сучасних технологій та інновацій може допомогти зробити сільські території привабливішими для життя та бізнесу.*

*Впровадження концепції "Smart-community" може допомогти залучити інвестиції для відновлення сільських територій у повоєнний період, а також надасть нові можливості для розвитку місцевих підприємств та забезпечить більш високий рівень життя мешканців.*

*Головною ідеєю цієї концепції є створення інноваційної і технологічно розвинутої громади, яка має доступ до новітніх технологій і має можливість використовувати їх у повсякденному житті.*

*За допомогою "розумної" технології відновлення сільських територій можна забезпечити більш ефективне використання ресурсів, зменшити відстані між громадами та забезпечити комфортний і безпечний рівень життя для мешканців у післявоєнне відновлення України.*

*Одним з ключових аспектів концепції "Smart-community" є використання інформаційних технологій та збір даних з метою оптимізації різних сфер життя громади, наприклад, управлінням енергоефективністю, водопостачанням, вивезенням сміття, охороною здоров'я та іншими. Це може допомогти зменшити витрати на утримання інфраструктури та поліпшити якість життя мешканців.*

*Крім того, застосування "Smart-community" може підтримати розвиток місцевих підприємств, зокрема в галузі сільського господарства та туризму, що допоможе створити нові робочі місця та збільшити доходи населення. Таким чином, запровадження концепції "Smart-community" може стати головним рушієм повоєнного відновлення сільських територій в Україні.*

**Ключові слова:** сільські території, розвиток, децентралізація, управління, сільське господарство, "Smart-community", територіальна громада, війна.

I. P. DYNNYK

Ph.D. in Public Administration,  
Associate Professor at the Department of Public Administration  
State University of Trade and Economics  
ORCID: 0000-0003-2474-7371

## INTRODUCTION OF THE “SMART-COMMUNITY” CONCEPT IN THE POST-WAR RESTORATION OF RURAL AREAS

*The introduction of the Smart Community concept can be an effective way to restore rural areas. Villages and towns are important elements of society and the economy, but their development often lags behind urban areas. The use of modern technologies and innovations can help make rural areas more attractive for living and business.*

*In the context of Russia's military aggression against Ukraine, the introduction of the Smart-community concept can help attract investment to restore rural areas in the post-war period, as well as provide new opportunities for the development of local businesses and ensure a higher standard of living for residents.*

*The aim of the article is to determine the role of the introduction of the "smart-community" concept as one of the areas of post-war rural reconstruction in Ukraine.*

*The research identified problems that may be caused by various factors, such as insufficient funding, insufficient attention to the development of agriculture and infrastructure in rural areas, insufficient qualifications and experience of employees in this area, etc. In the process of scientific work, comparative and structural research methods were applied.*

*The concept of "Smart-community" is a promising model of rural development in the context of their post-war recovery. The main idea of this concept is to create an innovative and technologically advanced community that has access to the latest technologies and is able to use them in everyday life.*

*The smart technology for rural restoration can help ensure more efficient use of resources, reduce distances between communities, and provide a comfortable and safe standard of living for residents in the post-war recovery of Ukraine.*

*One of the key aspects of the Smart-community concept is the use of information technology and data collection to optimize various areas of community life, such as energy efficiency, water supply, waste management, healthcare, and others. This can help reduce infrastructure maintenance costs and improve the quality of life for residents.*

*In addition, the use of "Smart-community" can support the development of local businesses, particularly in agriculture and tourism, which will help create new jobs and increase incomes. Thus, the introduction of the Smart-community concept could become the main driver of the post-war recovery of rural areas in Ukraine.*

**Key words:** rural areas, development, decentralization, governance, agriculture, "Smart-community", territorial community, war.

### Постановка проблеми

На сьогодні, новітні вектори розвитку сільських територій нашої держави вимагають використання сучасних інноваційних підходів для забезпечення можливості ефективного розвитку України в умовах децентралізації влади та післявоєнного відновлення. Уряд має затверджену стратегію регіонального розвитку до 2027 року, де значне місце відведено розв'язання проблем сільських територій. Але в умовах воєнного стану жодна урядова стратегія чи політика не сприятиме реальному розвитку територій так, як активна і відповідальна позиція місцевих громад. Розробка найбільш дієвих та інноваційних заходів щодо забезпечення подальшого розвитку сільських територій є дуже важливим завданням для України як в умовах воєнного стану, так і післявоєнного відновлення громад.

Слід наголосити, що запровадження концепції "Smart-Community" є важливим напрямком для відновлення сільських територій після війни з кількох причин: забезпечення сталого розвитку громад, підвищення економічної ефективності, забезпечення соціальної справедливості та підвищення екологічної безпеки в територіальних громадах. Це обумовлює актуальність обраної теми дослідження.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідження проблем та розвитку сільських територій є однією з важливих наукових тем, яка вивчається в різних галузях науки. Результати досліджень можна знайти в монографіях, наукових статтях, доповідях на конференціях, звітах і дослідженнях відповідних організацій. Зокрема, Бочко О.Ю. зауважувала на особливості розвитку сільських територій Закарпатської області в умовах євроінтеграційних процесів [1, с. 17-22]. Талавири М.П., Горай А.О., обґрунтовували розвиток сільських територій в умовах реформи децентралізації [2, с. 75-79].

Вчений, Тимошенко М.М., вказує на необхідність розвитку соціальної інфраструктури сільських територій [3]. Науковці Готра В.В. та Ковач А. досліджували питання зарубіжного досвіду розвитку сільських територій [4, с. 154-160].

Виникають питання щодо можливості подальшого просторового розвитку деяких сільських територій, розробки ефективних механізмів забезпечення успіху при децентралізації, ефективності використання ресурсів для сприяння сталому розвитку сільських територій та підвищення якості життя людей, як зазначає Термоса І.О. [5, с. 102].

На думку, Шебештьєв Є., сільські території є невід'ємною частиною успішної економіки України як аграрної держави. Саме тому підтримка жителів сільської місцевості та сприяння розвитку сіл для державних та місцевих органів є пріоритетом. Задля того, щоб відродити колишній потенціал села, ініціатив представників великого та малого бізнесу замало – необхідна державна підтримка та чітко визначена стратегія розвитку на короткостроковий та довгостроковий період [6, с. 83].

Однак питанням ролі впровадження концепції "smart-community" як одного з напрямів повоєнного відновлення сільських територій у працях вітчизняних та і зарубіжних вчених приділяється недостатньо уваги.

### Мета статті

Визначення ролі впровадження концепції "smart-community" як одного з напрямів повоєнного відновлення сільських територій в Україні.

### Виклад основного матеріалу

В умовах воєнного стану та післявоєнного відновлення територій набувають значення механізми розвитку сільських територій та територіальних громад (далі – ТГ) України в цілому, їх вплив на реальний добробут нації шляхом формування інформаційно-енергетичного поля розвитку сільських територій. Тобто постає питання про необхідність запровадження концепції «SMART-COMMUNITY» як стратегії розвитку ТГ [7, с. 96].

Реалізація концепції «SMART-COMMUNITY» як одного з напрямів відродження та розвитку сільських територій передбачає [8]:

- 1) сталий соціально-економічний розвиток ТГ на принципах морально-етичного та патріотичного виховання, духовності, розумності, гуманності та розвитку свідомості молоді;
- 2) стратегічний розвиток ТГ;
- 3) удосконалення процесів формування кадрового потенціалу та прийняття управлінських рішень;
- 4) активізацію ролі громадськості в управлінні територіальними громадами;
- 5) формування оптимальної моделі публічного управління ТГ;
- 6) розвиток освіти та підвищення рівня виховання дітей, молоді та дорослих;
- 7) вивчення, формування та запровадження новітніх технологій у лісництві та розвитку лісових екосистем, поширенні практики перманентної агрокультури та органічного виробництва; інноваційного зеленого, сільського,

культурного та світоглядного туризму; удосконалення та впровадження перспективних підходів у практику екологічного будівництва, архітектури, розбудови соціальної та виробничої інфраструктури населених пунктів; поширення систем альтернативної енергетики, використання джерел відновлюваної енергії; запровадження інноваційних виробництв та підприємництва.

Прикладом запровадження «SMART-COMMUNITY» як стратегії розвитку сільських територіальних громад є досвід спільної роботи Несолонської сільської ради Новоград-Волинського району Житомирської області, громадської організації «Гранідуб» та громадської організації «Лагульське об'єднання сталого землекористування» із розробки та впровадження стратегії територіального розвитку щодо розвитку сільських територій у контексті цільової програми «Родова садиба» [8].

Головним у реалізації даної цільової програми є її ціннісно-духовна складова, а також побудова програм діяльності на принципах органічного виробництва, безвідходної життєдіяльності та ноосферної освіти виховання через організацію та функціонування екологічних і родових поселень в області. Заслуговує на увагу роль розвитку духовності та становлення високого рівня свідомості і відповідальності мешканців територій за їх особистісний та загальний щодо територіальної громади розвиток. Зокрема представлено стратегічні розробки щодо планування та організації діяльності, як-то управління розвитком на основі діяльності громадських організацій та структуризації громади, виявлення активістів та створення комітетів вулиць, населених пунктів та громади в цілому. Запропоновано власну систему контролю та координації ходу виконання організаційного плану розвитку територіальної громади, що, в тому числі, включає створення обслуговуючого кооперативу як територієутворюючої юридичної організації з надання комунальних послуг населенню, сприянню переробці та реалізації сільськогосподарської продукції тощо [8].

Запровадження "Smart-community" є ідеєю створення розумної спільноти, яка базується на використанні сучасних технологій та інноваційних рішень для покращення якості життя людей та оптимізації різних аспектів соціально-економічного розвитку територій.

*В рамках концепції "Smart-community" можуть бути запроваджені такі інноваційні рішення, як:*

– Використання сучасних технологій для поліпшення якості життя мешканців. Наприклад, встановлення системи "розумного" освітлення, яка дає змогу зменшити витрати на електроенергію та забезпечити безпеку на вулицях. Також можуть бути встановлені системи "розумного" контролю за здоров'ям та безпекою мешканців.

– Використання сучасних технологій для підвищення рівня економічного розвитку. Наприклад, впровадження системи електронного документообігу та інформаційних систем управління місцевими підприємствами, що дозволить забезпечити ефективність роботи та зменшити витрати.

– Використання сучасних технологій для забезпечення сталого розвитку територій. Наприклад, впровадження системи "розумного" управління водними ресурсами та відходами, що дозволить зменшити забруднення довкілля та зберегти природні ресурси.

Водночас, необхідно зазначити про існуючі проблеми запровадження концепції "Smart-community" на сільських територіях (табл. 1).

Таблиця 1

### Проблеми запровадження концепції "Smart-community" на сільських територіях

<i>Назва проблеми</i>	<i>Коротка характеристика</i>
1. Недостатня розвинена інфраструктура на сільських територіях.	Відсутність швидкісного інтернету, який є необхідним для розробки та впровадження "smart" технологій. Для того, щоб здійснити концепцію "smart-community" необхідно забезпечити сільські населені пункти високошвидкісним Інтернетом, який дозволяє здійснювати онлайн-комунікацію, навчання та взаємодію з електронними сервісами.
2. Відсутність фінансування.	Реалізація концепції "smart-community" може потребувати великих інвестицій, особливо на сільських територіях, де нерентабельно вкладати гроші. Відсутність фінансування може стати перешкодою в реалізації проектів, пов'язаних зі створенням інноваційних технологій та їх впровадженням.
3. Відсутність кваліфікованих кадрів.	Створення "smart-community" на сільських територіях потребує наявності кваліфікованих фахівців, які зможуть розробляти та впроваджувати нові технології. Однак, на сьогоднішній день багато молоді віддають перевагу роботі в містах та за кордоном, що може створювати проблему з пошуком кваліфікованих фахівців на сільських територіях.

*Джерело: складено автором*

Як ми бачимо, серед основних проблем, які виникають на сільських територіях, можна виділити: зниження рівня доходів населення та зростання безробіття; втрата природних ресурсів і деградація ґрунтів; зменшення чисельності населення та зростання старіння населення; низький рівень розвитку інфраструктури, освіти та охорони здоров'я.

Для вирішення цих проблем можна використовувати різні підходи, наприклад: стимулювання розвитку малого та середнього бізнесу на сільських територіях; забезпечення ефективного використання природних ресурсів та

збереження екології; підтримка розвитку сільського господарства та аграрних виробників; розвиток інфраструктури та підвищення якості життя населення.

Реалізація концепції "Smart-community" активно запроваджується Дрогобицькою міською радою Львівської області з 2018 року і продовжується до теперішнього часу. Підхід Дрогобицької міськради до впровадження е-сервісів вирізняється комплексністю, системністю та, водночас, поступальністю і практичністю, націленістю на економію бюджетних коштів, спрямованістю на реальне залучення мешканців до справ громади, орієнтованістю на міжнародні стандарти управлінські стандарти (ISO) [9, с. 38].

Розумна громада складається з відповідальних, підготовлених громадян, які беруть ефективну участь в управлінні містом, а також з депутатів міської ради та працівників виконавчих органів, які ухвалюють рішення, що забезпечують сталий розвиток громади. Реалізація програми «Розумна громада» – це [9, с. 39]:

- розвиток платформи «Smart City – Дрогобич» шляхом збільшення кількості та покращення якості сервісів е-урядування та е-демократії (зокрема, це сервіс “Електронне обговорення НПА”, “Мапа озеленення міста”, “Чат-бот”, “Аналітика діяльності комунальних установ” та інші).

- підвищення обізнаності мешканців з метою забезпечення їх відповідальної участі у місцевих справах, надання інформації на базі відкритих даних депутатам та службовцям ОМС для ухвалення ефективних рішень.

Концепція "Smart-community" є комплексним підходом до розвитку сільських територій, що базується на використанні сучасних технологій та інформаційних систем з метою поліпшення якості життя мешканців, підвищення рівня економічного розвитку та забезпечення сталого розвитку територій.

В рамках концепції "Smart-community" можуть бути запроваджені такі *інноваційні рішення*, як:

- Використання сучасних технологій для поліпшення якості життя мешканців. Наприклад, встановлення системи "розумного" освітлення, яка дає змогу зменшити витрати на електроенергію та забезпечити безпеку на вулицях. Також можуть бути встановлені системи "розумного" контролю за здоров'ям та безпекою мешканців, що є актуальним в умовах воєнного стану.

- Використання сучасних технологій для підвищення рівня економічного розвитку. Наприклад, впровадження системи електронного документообігу та інформаційних систем управління місцевими підприємствами, що дозволить забезпечити ефективність роботи та зменшити витрати.

Основні принципи "Smart-community" полягають у тому, щоб створити зручне та безпечне середовище для життя, роботи та відпочинку людей за допомогою застосування інформаційно-комунікаційних технологій та мереж Інтернет речей. Такі технології можуть забезпечити оптимізацію різних процесів, включаючи транспортну та енергетичну інфраструктуру, управління містом, безпеку та охорону здоров'я.

Smart-community має на меті створення екосистеми, в якій різні стейкхолдери (місцеві жителі, влада, бізнес, наукові установи) працюють разом, щоб розвивати різні аспекти життя в спільноті. Це може включати створення електронних платформ для комунікації та співпраці між різними групами, використання відкритих даних та аналітики для прийняття рішень на місцевому рівні та створення умов для розвитку інноваційного бізнесу.

У загальному розумінні, Smart-community може означати будь-яку спільноту, яка використовує сучасні технології та інноваційні рішення для покращення якості життя своїх членів та розвитку територій.

*Основні напрямки реалізації концепції "Smart-community" включають:*

- Розробку та впровадження інноваційних технологій у сільському господарстві та інших галузях, що сприятиме підвищенню продуктивності та зниженню вартості виробництва.

- Розвиток інфраструктури та доступу до сучасних технологій зв'язку, що дозволить мешканцям сільських територій користуватися електронними сервісами та отримувати інформацію в режимі реального часу.

- Розвиток зеленої енергетики та використання альтернативних джерел енергії, що дозволить знизити залежність від імпортування енергоресурсів та зменшити вплив на довкілля.

- Створення інфраструктури для велосипедного туризму, що сприятиме розвитку малого та середнього бізнесу, підвищить затребування послуг готелів та ресторанів.

- Забезпечення сталого розвитку: Концепція "Smart-Community" передбачає розвиток сільських територій за принципом сталого розвитку. Це означає збалансований підхід до використання природних ресурсів, зокрема, землі, водних ресурсів та енергії. Такий підхід допоможе запобігти деградації навколишнього середовища та забезпечити сталість розвитку сільських територій у майбутньому.

- Підвищення економічної ефективності: Розвиток "Smart-Community" передбачає використання інноваційних технологій та інформаційних рішень для підвищення ефективності виробництва, збільшення продуктивності та підвищення якості продукції. Це допоможе залучити нові інвестиції та створити нові робочі місця на сільській місцевості, що в свою чергу підніме рівень життя населення у післявоєнний період в Україні.

- Забезпечення соціальної справедливості: Розвиток "Smart-Community" передбачає покращення якості життя населення сільських територій. Це включає розвиток медичної, освітньої та інфраструктури соціального забезпечення. Застосування інноваційних технологій також допоможе забезпечити доступність до інформації та послуг для всіх верств населення.

### Висновки з дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі

Концепція "Smart-community" – це підхід до розвитку територій, який базується на використанні сучасних технологій та інновацій з метою покращення якості життя місцевих жителів, збільшення ефективності діяльності громад та зменшення негативного впливу на довкілля.

Отже, саме розумне зростання забезпечуватиме покращення якості життя українців в селах, селищах, містах, сприятиме розвитку громадської активності у територіальних громадах після війни. Оскільки саме ТГ є надійними партнерами для бізнесу і міжнародних проєктів, бо мають повноваження і ресурси для створення цікавих інвестиційних та інноваційних пропозицій і несуть відповідальність за прийняття усіх місцевих рішень.

Сформульовані теоретичні положення, висновки і пропозиції можуть бути корисними фахівцям та науковцям, які вирішують комплексну проблему запровадження концепції "Smart-community" як одного з напрямів повного відновлення сільських територій України.

### Список використаної літератури

1. Бочко О. Ю. Дослідження розвитку сільських територій Закарпатської області в умовах євроінтеграційних процесів. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*: зб. наук. праць; Одеса. 2022. № 7 (296). С. 17-22.
2. Талавири М.П., Горай А.О. Розвиток сільських територій в умовах децентралізації. *Економіка АПК*. 2018. № 11. С. 75-79.
3. Тимошенко М. М. Теоретичні засади розвитку соціальної інфраструктури сільських територій. *Ефективна економіка*. 2014. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3501>
4. Готра В.В., Ковач А. Зарубіжний досвід розвитку сільських територій. *Збірник наукових праць*. 2021. Випуск 2 (27). С. 154-160.
5. Термоса І. О. Аспекти сучасного розвитку сільських територій. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія Економічні науки*. 2017. Вип. 25. С. 102-105.
6. Шебештень Є. Складові розвитку сільських територій. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права. Серія економічна. Серія юридична*. Вип. 35/2022. С. 82-87.
7. Лелеченко А. П., Васильєва О. І., Куйбіда В. С., Ткачук А. Ф. Місцеве самоврядування в умовах децентралізації повноважень: навч. посіб. К. : 2017. 110 с.
8. Круглий стіл на тему «SMART-COMMUNITY як стратегія розвитку територіальних громад». URL: <https://decentralization.gov.ua/news/5372?page=27>
9. Абрамюк І. Кращі практики впровадження механізмів громадської участі у малих громадах. *Стислий огляд*. Офіс Ради Європи в Україні, 2020. 52 с.

### References

1. Bochko, O. Yu. (2022). Doslidzhennia rozvytku silskykh terytorii Zakarpatskoi oblasti v umovakh yevrointehratsiinykh protsesiv [Research on the development of rural areas of the Transcarpathian region in the context of European integration processes]. *Naukovyi visnyk Odeskoho natsionalnoho ekonomichnoho universytetu – Scientific Bulletin of Odesa National Economic University*. Vol. 7 (296). (pp. 17-22) [in Ukrainian].
2. Talavyria, M.P., & Horai, A.O. (2018). Rozvytok silskykh terytorii v umovakh detsentralizatsii [Rural development in the context of decentralization]. *Ekonomika APK – The economy of the agro-industrial complex*. Vol. 11. (pp. 75-79) [in Ukrainian].
3. Tymoshenko, M. M. (2014). Teoretychni zasady rozvytku sotsialnoi infrastruktury silskykh terytorii [Theoretical foundations for the development of social infrastructure in rural areas]. *Efektivna ekonomika – Efektivna ekonomika, 11*. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3501> [in Ukrainian].
4. Hotra, V.V., & Kovach, A. (2021). Zarubizhnyi dosvid rozvytku silskykh terytorii [Foreign experience of rural development]. *Zbirnyk naukovykh prats – Collection of scientific works*. Vol. 2 (27). (pp. 154-160) [in Ukrainian].
5. Termosa, I. O. (2017). Aspekty suchasnoho rozvytku silskykh terytorii [Aspects of modern development of rural areas]. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu – Kherson State University Scientific Bulletin*. Vol. 25. (pp. 102-105) [in Ukrainian].
6. Shebeshten, Ye. (2022). Skladovi rozvytku silskykh terytorii [Components of rural development]. *Naukovi zapysky Lvivskoho universytetu biznesu ta prava – Scientific Notes of Lviv University of Business and Law*. Vol. 35. (pp. 82-87) [in Ukrainian].
7. Lelechenko, A. P., Vasylieva, O. I., Kuibida, V. S. & Tkachuk, A. F (2017). Mistseve samovriaduvannya v umovakh detsentralizatsii povnovazhen [Local self-government in the context of decentralization of powers]. Kyiv. [in Ukrainian].
8. Kruhlyi stil na temu «SMART-COMMUNITY yak stratehiia rozvytku terytorialnykh hromad» [Round table on "SMART-COMMUNITY as a strategy for the development of territorial communities"]. <https://decentralization.gov.ua/news/5372?page=27>. [in Ukrainian].
9. Abramiuk, I. (2020). Krashchi praktyky vprovadzhenia mekhanizmiv hromadskoi uchasti u malykh hromadakh. Styslyi ohliad. [Best practices for implementing public participation mechanisms in small communities. A brief overview]. Office of the Council of Europe in Ukraine. [in Ukrainian].

І. І. ЖЕБЕЛЕВ

аспірант кафедри публічного управління та адміністрування  
Національний авіаційний університет,  
начальник Служби автомобільних доріг у Вінницькій області  
ORCID: 0000-0002-5467-1163

## ДЕРЖАВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ

*У статті на основі аналізу масиву публікацій, дотичних різних міжнародних та вітчизняних аспектів державного управління в галузі транспортного забезпечення та державної транспортної політики; стратегічних підходів та перспектив функціонування й розвитку транспортної інфраструктури та транспортних підприємств країни, опрацьовуються теоретичні засади бачення ролі та місця транспортної галузі в системі публічного врядування сучасних держав.*

*Зазначається, що від характеру розвитку та функціонування транспортної інфраструктури України у воєнний час залежить своєчасне постачання Збройних Сил України боєприпасами та усім необхідним для перемоги; в мирний час формуються умови для збільшення ВВП держави, зростання обсягів внутрішньої і зовнішньої торгівлі, покращення інвестиційного клімату, створення нових робочих місць, розвиток суміжних видів економічної діяльності, повне і якісне задоволення потреб суб'єктів господарювання та населення в перевезеннях, вреіт-реіт – хід прискорення євроінтеграційних процесів нашого суспільства.*

*Детально розглядаються ефекти впливу транспортної інфраструктури та транспортної галузі в цілому на економічний стан і економічне зростання сучасних держав; обґрунтування необхідності державного регулювання відносин в сфері функціонування транспортної галузі за допомогою науково обґрунтованої транспортної політики, принципи та функції такого регулювання.*

*Зроблено висновок, що для країн, які прагнуть не опинитися на периферії світової історії нагальною повстає необхідність удосконалення й осучаснення державної транспортної політики, яка була б здатна ефективно відповісти на існуючі виклики й загрози, була спрямованою на створення передумов для переходу національної транспортної галузі на новий рівень, з урахуванням існуючих трендів і перспектив подальшого розвитку транспортних систем і транспортних ринків Європейського співтовариства та світу.*

**Ключові слова:** публічне врядування, транспорт, транспортна інфраструктура, державна транспортна політика, державне регулювання транспортної галузі.

I. I. ZHEBELEV

Postgraduate Student at the Department of Public Management and Administration  
National Aviation University,  
Head of the Highway Service in the Vinnytsia Region  
ORCID: 0000-0002-5467-1163

## STATE REGULATION OF THE TRANSPORT INDUSTRY: MODERN APPROACHES

*In the article, based on the analysis of an array of publications, related to various international and domestic aspects of state administration in the field of transport provision and state transport policy; strategic approaches and prospects for the functioning and development of transport infrastructure and transport enterprises of the country, the theoretical foundations of the vision of the role and place of the transport industry in the system of public governance of modern states are elaborated.*

*It is noted that the timely supply of the Armed Forces of Ukraine with ammunition and everything necessary for victory depends on the nature of the development and functioning of the transport infrastructure of Ukraine in wartime; in peacetime, conditions are formed for increasing the state's GDP, increasing the volume of domestic and foreign trade, improving the investment climate, creating new jobs, developing related types of economic activity, full and high-quality satisfaction of the needs of business entities and the population in transportation, in the end – the course of acceleration of the European integration processes of our society.*

*The effects of the influence of transport infrastructure and the transport industry as a whole on the economic condition and economic growth of modern states are considered in detail, substantiation of the need for state regulation of relations in the sphere of functioning of the transport industry with the help of a scientifically based transport policy, the principles and functions of such regulation.*

*It was concluded that for countries that aspire not to be on the periphery of world history, there is an urgent need to improve and modernize the state transport policy, which would be able to effectively respond to existing challenges and threats, was aimed at creating prerequisites for the transition of the national transport industry to a new level, taking into account existing trends and prospects for the further development of transport systems and transport markets of the European Community and the world.*

**Key words:** public governance, transport, transport infrastructure, state transport policy, state regulation of the transport industry.

### Постановка проблеми

Російські агресори чи не щоденно наносять удари по об'єктам транспортної інфраструктури України, що ставить під загрозу функціонування не тільки транспортної галузі, але й економіки в цілому та логістику забезпечення Збройних Сил України в їх боротьбі за відновлення територіальної цілісності та незалежності нашої держави. Ворог намагається зруйнувати галузь, що забезпечує базові умови існування суспільства, при цьому вона є важливою умовою ефективного соціально-економічного розвитку будь-якої держави, оскільки "виступаючи однією з фундаментальних галузей економіки України, транспортна інфраструктура створює низку соціально-економічних ефектів, від яких залежить майбутнє Української держави та добробут її громадян" [9].

Саме від характеру розвитку та функціонування транспортної інфраструктури України у воєнний час залежить своєчасне постачання Збройних Сил України боєприпасами та усім необхідним для перемоги; в мирний час формуються умови для збільшення ВВП держави, зростання обсягів внутрішньої і зовнішньої торгівлі, покращення інвестиційного клімату, створення нових робочих місць, розвиток суміжних видів економічної діяльності, повне і якісне задоволення потреб суб'єктів господарювання та населення в перевезеннях, врешті-решт – хід прискорення євроінтеграційних процесів нашого суспільства. Зокрема, на цьому наголошує Ю. Крихтіна, яка зазначає, що "транспортна галузь є не тільки ключовим сектором національної економіки України, яка сприяє соціально-економічному розвитку держави, а й важливою складовою глобальної економіки та світової (в тому числі європейської) транспортної системи, що, у свою чергу, актуалізує процеси європейської інтеграції України, які спрямовані на максимальне використання можливостей політичної та економічної співпраці між сторонами в різних сферах, в тому числі в транспортній галузі" [6, с. 429]. Все це зумовлює особливу важливість формування та реалізації ефективної державної політики розвитку транспортної галузі, як однієї з складових нашої перемоги над російськими окупантами та, врешті-решт, – наступної європейської інтеграції України.

Відтак сьогодні й завтра Україна має перемогти не тільки зовнішнього агресора, але й розруху, здійснити відбудову країни, й найперше, з чого ми мусимо розпочинати – це відновлення транспортної інфраструктури шляхом формування та реалізації принципово нової державної політики через проведення ключових економічних, фінансових та адміністративних реформ. Ефективне здійснення останніх неможливе без втручання держави, особливо в таких сферах, як забезпечення безпеки на транспорті, недопущення розвитку недобросовісної конкуренції, формування тарифної політики, оновлення матеріально-технічної бази, розвиток об'єктів транспортної інфраструктури, приведення національного транспортного законодавства до міжнародних та європейських вимог і стандартів, створення єдиного інформаційно-економічного простору тощо.

Таким чином актуальним постає формування антикризової державної транспортної політики, яка буде здатною релевантно відповісти на всі ті виклики й загрози, які повстали перед Україною внаслідок широкомасштабної агресії російського режиму. З уваги на складність завдань транспортного забезпечення у воєнний та повоєнний час така державна політика має будуватися на вивірених теоретичних засадах та враховувати кращий досвід зарубіжних країн в цій сфері.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Стан та проблеми публічного управління й регулювання сфери транспортного забезпечення, державної транспортної політики інтенсивно розглядається багатьма вітчизняними науковцями, фахівцями та експертами в цій галузі. Так, пошуковий сервіс Національної бібліотеки України імені Володимира Вернадського за ключовими словами "управління транспортом" подає 632 посилання на наукові статті, 2387 посилань на реферативну базу даних та 436 книжкових видань; за ключовими словами "транспортна інфраструктура", відповідно – 310 посилань на наукові статті, 683 посилання на реферативну базу даних та 58 книжкових видань. Зокрема, плідно працюють в дискусійному просторі проблематики державного регулювання та функціонування транспортної галузі такі дослідники як І. Г. Брітченко та Т. А. Чернявська [1], В. А. Грабельников [2], С. М. Домбровська [3], О. М. Вольська [4], Н. Є. Каличева [5], Ю. О. Крихтіна [6], Л. Л. Носач та В. В. Коломієць [7], Л. Л. Приходченко та В. П. Голинський [8], О. В. Радченко та С. О. Климович [9], Н. В. Шандова [10], О. А. Шіба [11].

Проте попри значний масив публікацій, дотичних різних міжнародних та вітчизняних аспектів державного управління в галузі транспортного забезпечення та державної транспортної політики; нормативно-правового регулювання відносин в сфері транспорту; економічного, логістичного, інноваційного підходів та стратегічних перспектив функціонування й розвитку транспортної інфраструктури та транспортних підприємств країни, все ще видається недостатньо опрацьованими теоретичні й методичні засади, бачення ролі та місця транспортної галузі в системі публічного врядування сучасних держав. Це й становитиме мету даного дослідження.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Історія становлення людської цивілізації яскраво свідчить, що саме винахід колеса та поява транспорту як цивілізаційного феномену спричинила революційні зміни в багатьох сферах життєдіяльності людства – суспільна комунікація вийшла далеко за межі окремих невеличких поселень; розпочалася епоха міжрегіональної торгівлі; розгорнулося будівництво з каменю та інших важких матеріалів; на основі появи технічного мислення виникли нові ремесла та нові типи зброї й військового знаряддя, що створили передумови значних територіальних

завоювань. Так від самого свого зародження транспорт вже формував інфраструктурне середовище життєдіяльності людської цивілізації, розширював і усистематизовував ноосферний простір й виступав ключовим елементом подальшого сталого розвитку людства. В контексті такого підходу Н. В. Шандова наголошує, що транспорт відіграє інтегруючу функцію, адже "транспортна система не тільки відіграє ключову роль у географічній доступності територій, але й безпосередньо впливає на підприємницьку діяльність, полегшуючи фізичний доступ на ринок товарів і послуг" [10, с. 209]. При цьому зазначені процеси мають як прямий, так і зворотній характер. З одного боку транспорт і транспортна інфраструктура забезпечують мобільність товарів, ресурсів і населення, внаслідок чого мають значний вплив на функціонування та розвиток економіки й економічних процесів, а з іншого – "економічний розвиток країни є основним фактором формування попиту на товар, що в свою чергу збільшує попит на послуги перевезення". Відповідно, робимо висновок про значний вплив розвитку транспортної інфраструктури на зростання приватної та державної капіталізації, підвищення продуктивності праці, зростання доходів та попиту на товари і послуги [11, с. 100].

Погоджуючись з таким визначенням ролі і значення транспорту транспортної інфраструктури в сталому розвитку суспільства Л. Л. Носач та В. В. Коломієць зазначають, що "транспортна система вважається третьою провідною галуззю матеріального виробництва. Функціонування транспортної системи виступає матеріальною основою в географічному та міжнародному поділу праці. Транспорт необхідний для зв'язку виробництва і споживачів, для задоволення потреб населення в перевезеннях, а також має велике значення для оборонної галузі країни" [7, с. 179]. Дійсно, "історія багатьох країн є прикладом, коли транспорт «ставив на ноги» зруйновану економіку, забезпечуючи цілеспрямований і інтенсивний розвиток її базових галузей. Будуючи автомобільні заводи, США долали кризу Великої депресії. Завдяки розвитку транспорту, на базі нових технологій і будівництва автодоріг, відновлювалася Німеччина та Японія після другої світової війни. Так само Україна має всі підстави розраховувати на унікальне географічне розташування і наявний транспортний потенціал для отримання всіх переваг від транзиту та експорту послуг" [1, с. 13].

Роль транспорту як інфраструктурного каналу впливу на економічне зростання відомі науковці П'єр-Рішар Агенор та Бланка Морено-Додсон з Манчестерського університету визначають у формі 8-ми ефектів:

1. Ефект прямої продуктивності (збільшення накопиченого інфраструктурного капіталу сприяє зростанню ВВП. Транспортна інфраструктура знижує вартість входних факторів у процесі виробництва, що безпосередньо впливає на кінцеву продуктивність).

2. Ефект взаємозамінних елементів (модернізація інфраструктури здатна знижувати витрати виробництва. Підвищення продуктивності інших факторів виробництва, включаючи капітал, робочу силу і сукупну факторну продуктивність).

3. Ефект акумуляції факторів виробництва (стимулювання накопичення інших факторів виробництва).

4. Ефект сукупного попиту (великі інфраструктурні проекти зазвичай супроводжуються масованими інвестиціями в будівництво, а пізніше в ремонт і реконструкцію споруд, викликаючи попит на продукцію суміжних галузей (металургію, виробництво будівельних матеріалів і конструкцій, хімічну та деревообробну промисловість, сферу послуг тощо).

5. Ефект інструменту промислової політики (держава спонукає до інвестицій представників приватного сектору).

6. Ефект інфраструктурного зростання ( «Розподіл доходів» покращує перспективи зайнятості і доходів для бідних в результаті зростання в несільськогосподарських галузях економіки, а також підвищення продуктивності як в сільськогосподарському, так і несільськогосподарському секторах. Заохочуючи подальшу економічну діяльність, виробництво і зайнятість збільшує економічний приріст).

7. Ефект суміжних галузей (вплив інфраструктури на зростання досягається ще на початковому будівельному етапі: створюються робочі місця в будівництві та суміжних галузях. А також інвестиції в інфраструктуру вимагають обслуговування, що створює робочі місця на довгостроковий період).

8. Ефект масштабу та охоплення (краща транспортна інфраструктура знижує витрати на транспортування і призводить до економії від масштабу і кращого управління) [12, с. 43-44].

Зважаючи на такий всеосяжний вплив транспорту й транспортної інфраструктури на економічні процеси та в цілому на сталий розвиток суспільства і держави, особливо вагу й значення набуває державне регулювання цієї системотворчої галузі. Так, наші співвітчизники В. А. Грабельников [2, с. 102-103]. та С. М. Домбровська [3]. називають 8 причин необхідності такого науково обґрунтованого державного регулювання:

1. Основні операції транспорту слід регулювати в інтересах громадської безпеки (дорожнього руху й екології) і в інтересах національної безпеки оскільки транспортний комплекс у цілому забезпечує економічну єдність країни й відповідає вимогам забезпечення обороноздатності країни.

2. У багатьох випадках транспорт є природною монополією. Природні монополії, особливо на транспорті, зберігають цілісність економічного простору, тому їх варто розглядати як опорні конструкції стабільної і конкурентоспроможної економіки.

3. Найчастіше транспорт сильно схильний до конкурентної боротьби, що зумовлено єдністю економічного простору країни, регіону і, відповідно, транспортного ринку. Це веде до зниження заробітної плати працівників галузі.

4. Соціальні витрати транспорту значні, у зв'язку з чим їх потрібно враховувати і перерозподіляти. Автомобільний транспорт не може існувати без таких елементів, як автомобільні дороги, стоянки тощо. Це зумовлює додаткове фінансування.

5. Транспорт часто вимагає міжнародної взаємодії, що зумовлює потребу державних угод. Ефективне функціонування транспортного комплексу за обсягами і якістю перевезень потребує інтеграції національної транспортної системи до міжнародної та світової транспортної системи.

6. Транспорт разом із системою матеріально-технічного постачання і зв'язку є частиною інфраструктури національної економіки й одночасно стимулятором її розвитку.

7. Транспорт у зв'язку з високим коефіцієнтом перевозу вироблених товарів є галуззю, що прогресивно стимулює інфляційні процеси. У зв'язку з цим в умовах нестабільної економічної обстановки потрібен контроль за рівнем тарифів.

8. Транспорт є центральною ланкою при ліквідації надзвичайних ситуацій і відіграє важливу роль у забезпеченні обороноздатності країни.

Слід відзначити, що в теоретико-методологічному плані державна політика регулювання транспортної системи має спиратися на певні наукові та техніко-економічні принципи, насамперед – принцип поєднання економічних та соціальних цілей. Цей принцип передбачає, що транспортна галузь функціонує не тільки і не стільки в економічній площині, але й несе на собі значне соціальне навантаження. З економічної точки зору нерентабельно й збитково утримувати наприклад залізничну станцію в невеличкому містечку, але і соціальному плані закриття такої станції призведе до відривання жителів цього містечка від національного соціуму, неминучої стагнації та занепаду населеного пункту. Тому економічні заходи регулювання транспортної сфери мають корегуватися із заходами, спрямованими на підтримку соціальної рівноваги у суспільстві, на задоволення соціальних потреб, зокрема потреб у доступному транспортному сполученні. Наступним є принцип поєднання індикативності і директивності, який враховує особливості перехідних економік щодо періодичних проявів кризовості й нестабільності, співіснуванням елементів різнорідних систем управління.

Ще одним важливим принципом державної політики регулювання транспортної системи є принцип програмного управління, доцільність виокремлення якого ґрунтується на необхідності розробки та реалізації програм макроекономічного розвитку щодо регулювання і прогнозування найважливіших пропорцій розвитку транспортної системи країни. Яскравим прикладом застосування цього принципу була запроваджена у 2021 році програма Президента Володимира Зеленського "Велике будівництво", яка значною мірою була сконцентрована саме на розбудові сучасної транспортної інфраструктури нашої держави.

Свій варіант принципів державного регулювання транспортної галузі пропонує О. М. Вольська, згідно з якою це – "принцип правової єдності; принцип реалізації регулювальної функції всіх видів транспорту в державі через органи державної влади; принцип збалансованості бюджетних ресурсів між різними видами транспорту; принцип координації розвитку інфраструктури різних видів транспорту через освіту, транспортну безпеку й обороноздатність країни; принцип узгодженості інтересів і об'єднання зусиль різних рівнів виконавчої влади в розвитку транспортної системи за допомогою регулювання міжвидової конкуренції; принцип побудови єдиного інформаційного простору на транспорті; принцип сприяння з боку державних органів влади розвитку бізнесу та підприємництва у транспортній галузі" [4].

Агрегування принципів та причин необхідності регулювання транспортної галузі в ході формування та реалізації науково обґрунтованої державної транспортної політики дозволяє виокремити низку ключових функцій держави в цій сфері, а саме:

1. Функція формування та забезпечення цілісності транспортної системи країни, встановлення державного кордону і його захист за допомогою адміністративних (військової сили тощо) та економічних інструментів (митні збори і квоти тощо).

2. Функція забезпечення балансу національного інтересу в цілому та інтересів різних соціальних груп, в тому числі і тих членів суспільства, реалізація інтересів яких в ринкових механізмах через ті або інші причини ускладнена або є неможливою.

3. Функція вироблення "правил гри" у сфері транспортних відносин шляхом установлення правових норм.

4. Інституційна функція, відповідно до якої держава створює інститути, що координують та полегшують кооперацію господарської діяльності на транспорті, а також здійснюють нагляд і контроль за дотриманням "правил гри" і взаємних зобов'язань учасників соціально-економічних відносин в транспортній сфері.

5. Функція раціоналізації управлінської діяльності, покликана сприяти мінімізації трансакційних витрат на формування й утримання транспортної інфраструктури та організацію транспортних перевезень.

У свою чергу Н. Є. Каличева до функцій держави в сфері управління транспортним сектором відносить:

## 1. Функції відносно експлуатації транспортних засобів:

- створення умов для планомірного та послідовного оновлення рухомого складу в залежності від потреб;
- створення умов для гармонійної взаємодії всіх учасників транспортної системи в процесі надання послуг з перевезення;
- формування графіків руху рухомого складу всіх видів транспорту;
- створення умов для розвитку ремонтних баз із застосуванням інноваційних підходів та технологічних новинок;
- залучення вітчизняних перевізників до міжнародних перевезень не лише на території країни, а й за її межами;
- контроль за техніко-технологічним станом рухомого складу, допомога в його оновленні та осучасненні;
- контроль за проведенням ремонту рухомого складу, особливо закупленого в іноземних партнерів;
- створення умов для залучення вітчизняних підприємств при оновленні, ремонті та модернізації рухомого складу;

## 2. Функції правового забезпечення перевізного процесу:

- розробка та затвердження відповідно до встановленого порядку Правил перевезень вантажів, технічних умов навантаження та закріплення вантажів, Правил перевезення пасажирів, багажу, вантажобагажу та пошти, Правил дорожнього руху, правил надання послуг та інших нормативних актів, які потрібні для забезпечення норм санітарного стану та гігієни, безпеки руху, охорони праці та пожежної безпеки, сертифікації та технічної експлуатації рухомого складу, правил поведінки громадян та забезпечення їх безпеки при здійсненні перевізного процесу;
- затвердження статутів та положень транспортних підприємств, допомога при укладанні угод чи контрактів, розірвання договорів тощо;

- проведення ліцензування діяльності перевізних підприємств;

- представлення вітчизняних транспортників на світовому ринку транспортних послуг;

## 3. Функції відносно фінансово-економічної діяльності:

- ведення тарифної та цінової політики:

- розробка та формування тарифів;

- інноваційно-інвестиційна діяльність;

## 4. Функції управління державним майном:

- закріплення за підприємствами, контроль за використанням;

- оновлення та модернізація;

## 5. Функції соціального розвитку та захисту довкілля:

- створення умов для підготовки кадрів відповідно до потреб транспортної системи та перевізного процесу із врахуванням вимог ринку;

- створення умов для розвитку галузевих програм науково-дослідних проектних і проектно-конструкторських розробок, впровадження в практичну діяльність наукових досягнень та нових технологічних рішень тощо;

- створення безпечних умов праці, забезпечення комфорту та соціального захисту, піклування про довкілля та здоров'я людини, сприяння у покращенні житлових умов тощо;

- впровадження заходів щодо професійного розвитку трудових ресурсів;

- застосування екологобезпечних технологій і матеріалів в перевізному процесі та під час ремонту й створення нової техніки;

- створення умов для мінімізації впливу транспорту на навколишнє середовище, особливо при будівництві нових шляхів сполучення та виробництві нової техніки;

## 6. Функції адміністративної діяльності:

- створення умов щодо розвитку єдиної транспортної системи нашої країни, участь вітчизняної транспортної системи в міжнародних перевезеннях, сприяння у створенні міжнародних транспортних коридорів;

- сприяння реалізації галузевого співробітництва України з міжнародними партнерами в сфері транспорту;

- проведення заходів щодо профілактики і попередження правопорушень, дотриманням законодавства та міжнародних угод;

- забезпечення національної й оборонної безпеки, збереження комерційних секретів;

- проведення заходів з ліквідації надзвичайних подій: природних лих, аварій, катастроф, тощо [5, с. 29-30].

Необхідність виміру якості реалізації зазначених принципів та функцій вимагає встановлення відповідних критеріїв ефективності транспортної системи. Такими критеріями Л. Л. Приходченко та В. В. Голинський визнають:

- забезпечення динамічності розвитку галузі, зняття перешкод на шляху цього розвитку;

- забезпечення балансу між інтересами виробників і споживачів, що відповідає потребам розвитку суспільства;

- економічна ефективність, що означає прибуткову роботу підприємств галузі, мінімізацію марнотратства у використанні ресурсів транспортного господарства та його послуг;

- задоволення потреб держави в транспортних послугах при здійсненні ними функцій по забезпеченню суспільної безпеки [8, с. 7].

### Висновки

Проведене дослідження надає підстави стверджувати, що релевантне формування та реалізація сучасної державної транспортної політики має особливо важливе значення для нашої країни, оскільки Україна має надзвичайно вигідне географічне розташування України – за коефіцієнтом транзитності посідає перше місце в Європі. За визначенням Ю. О. Крихтіної це обумовлює стратегічну необхідність сконцентрувати зусилля держави на створенні розгалуженої мережі транспортної інфраструктури, оскільки "транспортна галузь є не тільки ключовим сектором національної економіки України, яка сприяє соціально-економічному розвитку держави, а й важливою складовою глобальної економіки та світової (в тому числі європейської) транспортної системи. Це актуалізує процеси європейської інтеграції України, які спрямовані на максимальне використання можливостей політичної та економічної співпраці між сторонами в різних сферах, в тому числі в транспортній галузі" [6, с. 429]. Відтак для країн, що прагнуть не опинитися на периферії світової історії нагальною повстає необхідність удосконалення й осучаснення державної транспортної політики, яка була б здатна ефективно відповісти на існуючі виклики й загрози, була спрямованою на створення передумов для переходу національної транспортної галузі на новий рівень (стимулювати впровадження нових рішень в області діджиталізації транспорту напр., в сфері розвитку зарядної/енергетичної інфраструктури, податкових пільг, знижок за розвиток інфраструктури), врешті-решт враховували існуючі тренди і перспективи подальшого розвитку транспортних систем і транспортних ринків Європейського співтовариства та світу.

### Список використаної літератури

1. Брітченко І. Г., Чернявська Т. А. Обґрунтування стратегії самодостатнього розвитку транспортно-комунікативної системи України. *Молодий вчений*. 2017. № 4.(4). С. 12–16.
2. Грабельников В. А. Аналіз методів державного регулювання транспортної системи. *Актуальні проблеми державного управління*. 2011. № 2(40). С. 100–104;
3. Домбровська С. М. Державне регулювання розвитку транспортної сфери. *Теорія та практика державного управління і місцевого самоврядування*. 2020. № 1. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttpdu\\_2020\\_1\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttpdu_2020_1_12).
4. Вольська О. М. Основні напрямки державного регулювання транспортної галузі. *Теорія та практика державного управління і місцевого самоврядування*. 2019. № 1. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttpdu\\_2019\\_1\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttpdu_2019_1_17)
5. Каличева Н. Є. Державне регулювання як фактор забезпечення ефективного функціонування національної транспортної системи. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Сер. : Економічні науки*. 2018. Вип. 31. С. 27–31.
6. Крихтіна Ю. О. Шляхи трансформації державної політики розвитку транспортної галузі в умовах європейської інтеграції України. *Вісник Національного університету цивільного захисту України. Серія : Державне управління*. 2021. Вип. 2. С. 428–435.
7. Носач Л. Л., Коломієць В. В. Сучасний стан і розвиток світової транспортної системи та ринку телекомунікацій. *Молодий вчений*. 2020. № 11(2). С. 178–182.
8. Приходченко Л., Голинський В. Державне регулювання морської транспортної інфраструктури України: полісуб'єктність системи, принципи та інституційні джерела розвитку. *Актуальні проблеми державного управління*. 2018. Вип. 4. С. 75–80.
9. Радченко О. В., Климович С. О. Оцінка стану розвитку транспорту та транспортної інфраструктури України упродовж останніх років. *Державно-управлінські студії* 2019. № 5(20). URL : [http://studio.ipk.edu.ua/wp-content/uploads/2020/10/Stattia\\_Radchenko-Klymovych.pdf](http://studio.ipk.edu.ua/wp-content/uploads/2020/10/Stattia_Radchenko-Klymovych.pdf)
10. Шандова Н. В. Перспективи стійкого розвитку транспортної водної системи. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2019. № 3. С. 208–214.
11. Шибя О. А. Еволюція наукових поглядів щодо взаємозв'язку розвитку транспортної інфраструктури та економічного зростання. *Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України*. 2016. Вип. 6. С. 96–102.
12. Agenor P-R., Moreno-Dodson B. Public infrastructure and growth: New channels and policy implications. *World Bank Policy Research Working Paper World Bank, Washington, DC*. 2006. 23. p. 40–64.

### References

1. Britchenko I. G., Chernyavska T. A. (2017). Obgruntuvannya stratehiyi samodostatn'oho rozvytku transportno-komunikatyvnoyi systemy Ukrayiny [Justification of the strategy of self-sufficient development of the transport and communication system of Ukraine]. *Molodyy vchenyy – A young scientist*. Vol. 4.(4). Pp. 12–16. (in Ukrainian)
2. Грабельников В. А. (2011). Аналіз методів державного регулювання транспортної системи []. *Aktual'ni problemy derzhavnoho upravlinnya – Actual problems of public administration*. Vol. 2(40). Pp. 100–104. (in Ukrainian)
3. Dombrovska S. M. (2020). Derzhavne rehulyuvannya rozvytku transportnoyi sfery []. *Teoriya ta praktyka derzhavnoho upravlinnya i mistsevoho samovryaduvannya – Theory and practice of state administration and local self-government*. Vol. 1. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttpdu\\_2020\\_1\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttpdu_2020_1_12). (in Ukrainian)

4. Volska O. M. (2019). Osnovni napryamky derzhavnogo rehulyuvannya transportnoyi haluzi [The main directions of state regulation of the transport industry]. *Teoriya ta praktyka derzhavnogo upravlinnya i mistsevoho samovryaduvannya – Theory and practice of state administration and local self-government*. Vol. 1. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttpdu\\_2019\\_1\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttpdu_2019_1_17)(in Ukrainian)
5. Kalycheva N. YE. (2018). Derzhavne rehulyuvannya yak faktor zabezpechennya efektyvnoho funktsionuvannya natsional'noyi transportnoyi systemy [State regulation as a factor of ensuring the effective functioning of the national transport system]. *Naukovyy visnyk Khersonskoho derzhavnogo universytetu. Ser. : Ekonomichni nauky – Scientific Bulletin of Kherson State University. Ser. : Economic sciences*. Vol. 31. Pp. 27-31. (in Ukrainian)
6. Krykhtina Yu. O. (2021). Shlyakhy transformatsiyi derzhavnoyi polityky rozvytku transportnoyi haluzi v umovakh yevropeys'koyi intehtratsiyi Ukrayiny [Ways of transformation of the state policy of the development of the transport industry in the conditions of the European integration of Ukraine]. *Visnyk Natsional'noho universytetu tsyvil'noho zakhystu Ukrayiny. Seriya : Derzhavne upravlinnya – Bulletin of the National University of Civil Defense of Ukraine. Series: Public administration*. Vol. 2. Pp. 428–435. (in Ukrainian)
7. Nosach L. L., Kolomiyets' V. V. (2020). Suchasnyy stan i rozvytok svitovoyi transportnoyi systemy ta rynku telekomunikatsiy [The current state and development of the world transport system and the telecommunications market]. *Molodyy vchenyy – A young scientist*. Vol. 11(2). Pp. 178–182. (in Ukrainian)
8. Prykhodchenko L., Holynskiy V. (2018). Derzhavne rehulyuvannya mors'koyi transportnoyi infrastruktury Ukrayiny: polisub'yektnist' systemy, pryntsypy ta instyutsiyni dzherela rozvytku [State regulation of maritime transport infrastructure of Ukraine: multi-subject system, principles and institutional sources of development]. *Aktual'ni problemy derzhavnogo upravlinnya – Actual problems of public administration*. Vol. 4. Pp. 75–80. (in Ukrainian)
9. Радченко О. В., Климович С. О. (2019). Оцінка стану розвитку транспорту та транспортної інфраструктури України упродовж останніх років []. Державно-управлінські студії [Assessment of the state of development of transport and transport infrastructure of Ukraine in recent years]. *Derzhavno-upravlins'ki studiyi – Public management studies*. Vol. 5(20). URL : [http://studio.ipk.edu.ua/wp-content/uploads/2020/10/Stattia\\_Radchenko-Klymovych.pdf](http://studio.ipk.edu.ua/wp-content/uploads/2020/10/Stattia_Radchenko-Klymovych.pdf) (in Ukrainian)
10. Shandova N. V. (2019). Perspektyvy stiykoho rozvytku transportnoyi vodnoyi systemy [Prospects of sustainable development of the transport water system]. *Bulletin of the Kherson National Technical University – Visnyk Khersonskoho natsional'noho tekhnichnoho universytetu*. Vol. 3. Pp. 208–214. (in Ukrainian)
11. Shyba O. A. (2016). Evolyutsiya naukovykh pohlyadiv shchodo vzayemozv'yazku rozvytku transportnoyi infrastruktury ta ekonomichnoho zrostannya [The evolution of scientific views on the relationship between the development of transport infrastructure and economic growth]. *The evolution of scientific views on the relationship between the development of transport infrastructure and economic growth – Socio-economic problems of the modern period of Ukraine*. Vol. 6. Pp. 96–102. (in Ukrainian)
12. Agenor P-R., Moreno-Dodson B. (2006). Public infrastructure and growth: New channels and policy implications. *World Bank Policy Research Working Paper World Bank*, Washington, DC. 2006. 23. Pp. 40–64. (in English)

Д. О. ЛОГАЧОВ

аспірант

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-5503-1117

В. Д. ФІЛІПОВА

доктор наук з державного управління, професор,

професор кафедри державного управління і місцевого самоврядування

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-8476-3341

## ВПЛИВ ПОТЕНЦІАЛУ ЛОКАЛЬНОЇ ДЕМОКРАТІЇ НА ДЕМОКРАТИЧНЕ ВРЯДУВАННЯ

У даній роботі досліджено питання реалізації принципів локальної демократії в контексті демократичного врядування. Розкрито сутнісні характеристики поняття «локальна демократія» та вказано, що трактування даної дефініції значно відрізняється в різних країнах, а відповідно і варіюється концепція відносин між місцевим населенням і державою. Встановлено, що локальна демократія є стержнем функціонування місцевого самоврядування, спирається на демократичні цінності, використовує демократичні механізми та ґрунтується на активній позиції місцевого населення. Серед іншого зазначено, що впровадження локальної демократії базується на нормативно забезпеченій спроможності територіальної громади брати активну участь у вирішенні питань місцевого значення, як на загальнодержавному та і на локальному рівнях. Доведено, що вплив потенціалу локальної демократії на демократичне врядування можна оцінити через активність участі громадян у вирішенні проблем локального рівня, при цьому участь громадськості в політичній діяльності можна поділити на два види: активний та пасивний. У висновку зазначено, що ефективна локальна демократія є необхідною умовою для забезпечення стійкого й справедливого економічного і соціального розвитку, просування демократичного врядування і заохочення демократичних цінностей. Практика просування локальної демократії та її вплив на демократичне врядування доводять, що компонентами національної моделі локальної демократії в Україні мають стати механізми зв'язку інституційної структури громади з основними соціально-демографічними групами. Ця ланка є досить слабкою у контексті загальної тенденції елітаризації політики в Україні. Укріплення взаємозв'язку між соціально-представницькими та власне політичними установами й організаціями покликано забезпечити внутрішню стійкість і стабільність локального політикуму, зосередити його на внутрішніх, а не на зовнішніх завданнях. Інтеграція локальних спільнот в Україні не «згори», а «знизу» має надати локальній демократії більшу репрезентативність, що врешті забезпечить і кращу якість демократичного врядування.

**Ключові слова:** потенціал, локальна демократія, демократичне врядування.

D. O. LOHACHOV

Postgraduate Student

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-5503-1117

V. D. FILIPPOVA

Doctor of Public Administration, Professor,

Professor at the Department of Public Administration

and Local Self-Government

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-8476-3341

## THE INFLUENCE OF THE POTENTIAL OF LOCAL DEMOCRACY ON DEMOCRATIC GOVERNMENT

This article examines the issue of implementing the principles of local democracy in the context of democratic governance. The essential characteristics of the concept of "local democracy" are revealed and it is indicated that the interpretation of this definition differs significantly in different countries, and accordingly the concept of relations between the local population and the state varies. It has been established that local democracy is the core of the functioning of local self-government, is based on democratic values, uses democratic mechanisms and is based on the active position of the local population. Among other things, it is stated that the implementation of local democracy is based on the normatively ensured ability of the territorial community to actively participate in solving issues of local importance,

*both at the national and local levels. It is proved that the impact of the potential of local democracy on democratic governance can be assessed through the active participation of citizens in solving problems at the local level, while public participation in political activity can be divided into two types: active and passive. The conclusion states that effective local democracy is a necessary condition for ensuring sustainable and fair economic and social development, promotion of democratic governance and promotion of democratic values. The practice of promoting local democracy and its influence on democratic governance prove that the components of the national model of local democracy in Ukraine should be the mechanisms for connecting the institutional structure of the community with the main socio-demographic groups. This link is quite weak in the context of the general trend of elitism of politics in Ukraine. Strengthening the relationship between socio-representative and actually political institutions and organizations is designed to ensure the internal stability and stability of the local political system, to focus it on internal rather than external tasks. The integration of local communities in Ukraine, not "from above", but "from below", should give local democracy greater representativeness, which will ultimately ensure a better quality of democratic governance.*

**Key words:** potential, local democracy, democratic governance.

### Постановка проблеми

Різні концепції локальної демократії висувають різні завдання, функції та стратегії реформ для місцевого політичного керівництва в межах демократичного врядування. Одним з пріоритетних завдань локальної демократії є вдосконалення демократичної політики та практики, необхідних для прискорення прогресу в сфері сталого людського розвитку, а також забезпечення того, щоб політика на місцевому рівні відображала потреби та вподобання територіальної громади. На локальному рівні демократія передбачає розподіл і розподіл суспільних благ відповідно до вподобань і потреб людей. Щоб ця «низова» демократія матеріалізувалась, громадяни мають отримати певну роль у цих процесах, і ця роль як правило визначається в демократичних структурах, політичній культурі та процесах участі. Ефективна локальна демократія може сприяти активності громадськості та її потенційній участі в локальній політиці, покращення надання послуг, зміцнення громади та покращення результатів її територіального розвитку. Однак слід пам'ятати, що надмірна локалізація влади може створити місцеві олігархії або місцеву автократію, в якій непередбачені повноваження здійснюються без реального демократичного представництва чи підзвітності.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Слід звернути увагу на те, що ґрунтовні наукові дослідження проблем локальної демократії розпочались лише у двадцятому столітті. Європейська асоціація локальної демократії (ALDA) трактує локальну демократію як самоврядування, що надає право місцевій владі у рамках закону регулювати і управляти частиною державних справ. Це право присуджується радам або зборам, що складаються з вільно обраних членів таємним голосуванням і підзвітних їх власному місцевому виборчому округу [1].

М. Лендєл, досліджуючи локальну демократію визначила її як політичний режим, який реалізується на найнижчому територіальному рівні публічної влади в межах інститутів місцевого самоврядування, гарантований державою, і характеризується автономією, поєднанням представницьких і прямих форм демократії, конкуренцією еліт, демократичним участю у політиці та умовність. Сприятлива політична та культурна орієнтація [3].

М. Цумарев досліджував процеси формування громадянської культури локальної демократії в сучасній Україні, в результаті, він дійшов висновку, що впровадження локальної демократії базується на нормативно забезпеченій спроможності територіальної громади брати активну участь у вирішенні питань місцевого значення, як на загальнодержавному та локальному рівнях. Учений вважає, що «до «демократичних механізмів» та «інструментів прямої демократії» слід віднести законодавчо визначені механізми прямої демократії, здійснення яких відбувається в межах територіальної громади» [3].

Інші учені наголошують, що місцева демократія визначає демократичні процеси там, де поширена децентралізація державної влади, існують інститути місцевого самоврядування та громадянського суспільства, демократія походить від народу, здійснюється людьми та в інтересах народу [4, с. 54].

Т. Майко досліджуючи локальний рівень демократії розглядає його як «сферу, де можуть втілюватися певні демократичні принципи поведінки суб'єктів політики, оскільки саме тут можлива безпосередня участь громадян при одночасному виборі ними локальних керівників» [5, с. 11].

Отже, на сьогодні науковцями досліджено основи функціонування локальної демократії, яка є стрижнем функціонування місцевого самоврядування, спирається на демократичні цінності, використовує демократичні механізми та ґрунтується на активній позиції місцевого населення [6]. Разом з тим окремі аспекти порушеного питання залишаються недостатньо розкритими і потребують додаткового осмислення.

### Формулювання мети дослідження

Оскільки для сучасної демократичної держави важливим та визначальним фактором є раціональна та ефективна організація влади на всіх рівнях, актуальним стає питання про співвідношення демократії та місцевого самоврядування. Виходячи зі сказаного, метою нашої статті є теоретичний аналіз специфіки локальної демократії та впливу її потенціалу на демократичне врядування.

### Викладення основного матеріалу дослідження

У глобальному звіті по децентралізації та локальній демократії звернено увагу на поняття «локальна демократія» та вказано, що трактування даної дефініції значно відрізняється в різних країнах, а відповідно і варіюється концепція відносин між місцевим населенням і державою. У зазначеному Звіті наголошено, що локальна демократія належить до відносин між різними рівнями влади; децентралізація – до статусу місцевої влади, а місцеве самоврядування є способом здійснення влади. Порівняння між цими трьома термінами показує конвергенцію на рівні політичних ідей та правових понять. Тому локальна демократія є способом і формою реалізації влади на місцевому рівні і основою конституційного ладу та демократичного врядування [7, с. 309-310].

Вирішуючи питання локальної демократії в конституції, її розробники зазвичай стикаються з трьома основними проблемами. По-перше, їм потрібно знайти відповідний і дієвий баланс між: суспільними вимогами місцевої демократії; практичність місцевої демократії з точки зору ефективності, потенціалу та ресурсів; протилежні вимоги єдності, одноманітності та спільного використання ресурсів. По-друге, вони повинні переконатися, що місцеве самоврядування є демократичним і не призведе лише до передачі влади нерепрезентативним, нечутливим і невідомим місцевим елітам. По-третє, вони повинні виразити принципи та інститути місцевої демократії в тексті конституції таким чином, щоб збалансувати: необхідність захисту місцевої автономії від централізованих тенденцій національних урядів; потребу в гнучкості та чуйності адаптуватися до мінливих потреб, вимог і обставин [8, с. 6].

Щоб вирішити ці проблеми, багато конституцій містять окремий розділ або серію статей про локальну демократію. Вони можуть включати положення, що встановлюють структури місцевої демократії, передбачають місцеві вибори (і іноді місцеві референдуми та інші форми участі громадян) і надають повноваження та обов'язки місцевим органам влади. Однак ступінь, до якої локальна демократія конституційно визначена та закріплена (на відміну від регулювання лише звичайним законом), залежить від країни. У цьому відношенні Е. Булмер виділяє три широкі категорії конституцій:

1. Відсутність конституційного припису. У деяких конституціях місцева демократія не згадується або згадується лише мінімально. В основному це старіші конституції або конституції малих централізованих країн зі слабкими традиціями місцевого самоврядування (наприклад, Ботсвана, Ямайка та Латвія). Відсутність конституційних положень не означає, що в цих країнах відсутні інститути місцевого самоврядування, а радше те, що повноваження, структура та саме існування таких інститутів випливають із звичайних законів, які приймаються законодавчою більшістю, без будь-якого спеціального конституційного визнання чи захисту. Федеральні конституції також можуть мовчати про місцеве самоврядування, якщо місцеве управління регулюється складовими одиницями, а не федеральним законодавчим органом (як в Австралії, Канаді та Сполучених Штатах) [8, с. 7].

2. Обмежений конституційний припис. Деякі конституції містять загальні зобов'язання щодо місцевої демократії та, можливо, встановлюють основні принципи, на яких має базуватися місцева демократія, але не вдаючись у деталі (Бангладеш, Ірландія, Мальта). Конституція Ірландії, як типовий приклад, після прийняття 20-ї поправки в 1999 році підтвердила принцип місцевої демократії, вказавши, що по всій країні мають бути виборні органи місцевого самоврядування та що вибори мають проводитися принаймні кожні п'ять років, але залишає деталі місцевого самоврядування, включаючи структуру, склад, повноваження, обов'язки та фінансування місцевих органів влади, звичайне законодавство [8, с. 7].

3. Детальний конституційний припис. Є кілька конституцій, які досить детально визначають структуру, склад, повноваження, обов'язки та фінансування місцевих установ (наприклад, Бразилія, Гана, Індія). Така приписуюча конституція може вимагати, щоб центральна влада чи органи державного рівня передали повноваження, або вона (конституція) може нав'язати певну уніфікованість і стандартизацію інституціям, які інакше хаотичні [8, с. 7].

При цьому, в ситуаціях, коли вимога посилення локальної демократії мотивується прагненням розширити права та захистити ідентичність етнічних, культурних, мовних чи релігійних меншин, зазвичай виникає потреба забезпечити, щоб кордони місцевих органів влади відображали ці межі громад, навіть на деякі кошти для економічної чи адміністративної ефективності, і що повноваження, надані місцевій владі, включають культурно чутливі питання, такі як освіта, водночас захищаючи права «меншин у меншинах».

Отже, впровадження локальної демократії базується на нормативно забезпеченій спроможності територіальної громади брати активну участь у вирішенні питань місцевого значення, як на загальнодержавному та локальному рівнях.

Деякі вчені у своїх наукових працях зазначають, що демократія є яскравим прикладом по суті суперечливої концепції. Тим не менш, вони об'єднуються навколо підходів, які виходять за рамки виборчих і процедурних компонентів і включають такі питання, як участь і обговорення. Для локальної демократії такий інклюзивний підхід виглядає природним, оскільки така демократія – це дещо більше, ніж простий розподіл державних повноважень шляхом децентралізації чи передачі окремих повноважень. Складовими елементами такого підходу є певна «спроможність системи» – тобто автономія (бюджетна, адміністративна, політична), що дозволяє: (1) місцевій владі швидко реагувати на потреби громади; (2) підвищувати «ефективність громадян» – тобто виражати колективні

уподобання громадян через процеси участі в місцевих справах [9]. Отже, демократія збільшує надання суспільних благ і може зменшити корупцію, сприяючи досягненню поставлених цілей розвитку, зменшенню нерівності, а також миру, справедливості та міцних інституцій. При цьому варто зазначити, що на політику соціального захисту високоякісні демократії витрачають значно більше, ніж закриті автократії. У той час як низькоєфективні демократії часто страждають від корупції, демократії, які розвивають сильні механізми вертикальної підзвітності, зменшують корупцію та, нарешті, демократії створюють більш прозорі та якісні дані [10; 11].

Однак сьогодні досить часто дослідники звертають увагу на прояви загальної ерозії ліберальної демократії в Європі, яка проявляється у випорожненні демократичних інституцій у західноєвропейських демократіях і демократичному відкаті в нещодавно демократизованих країнах [12]. Цей «відкат від демократії» вчені визначають як процес певних навмисних дій, спрямованих на поступовий підірив фундаментальних формальних і неформальних правил гри щодо політичних прав, свобод і верховенства права існуючих демократій [13]. Учені визначають, що в сучасних суспільствах із зростанням поляризації, популізму, партій, які виступають проти істеблішменту, браку політичних знань, недовіри, зростання нерівності та складних систем голосування та реєстрації, демократія стикається з багатьма викликами. Вважається, що слабкі інституції разом із зростаючим неолібералізмом є ключовою перешкодою для сталого розвитку в майбутньому. Дослідники стверджують, що політична нерівність, зменшення традиційних форм політичної участі та зростання влади неаждоритарних інститутів є найбільш тривожними проблемами, крім того, в умовах демократичного врядування громадяни в ідеалі повинні мати можливість впливати на політичний порядок денний на основі політичної рівності та індивідуальних свобод [14, с. 18].

Незаперечним є той факт, що однією з найважливіших сучасних подій у державній політиці та управлінні стало зростання інновацій у демократичному врядуванні, які прагнуть доповнити представницькі інститути та підвищити ефективність і легітимність розробки політики на місцевому рівні використанням основних засад локальної демократії. Демократичне врядування часто базується на принципах дорадчої демократії, яка наголошує на вільному, відкритому та публічному міркуванні [15].

На нашу думку, досліджуючи питання демократичного врядування, слід враховувати два аспекти. По-перше, коли процеси участі почали користуватися підтримкою політиків (принаймні в риторичі) і поширюватися в усьому світі, інституційні елементи, які сприяли б соціальній справедливості через перерозподіл влади та багатства, такі як стимули для мобілізації населення з маргіналізованих секторів, були відсторонені. Акцент змістився на роль участі громадян у зміцненні легітимності представницьких інституцій шляхом сприяння виробленню більш інформованих та аргументованих рішень складних питань. По-друге, незважаючи на постійну загрозу кооптації громадянського внеску державними установами, зростаючі вимоги до інститутів участі з радикально збільшеними регуляторними повноваженнями нещодавно були визначені як соціальні. Це може означати, що демократичне врядування набуває центрального значення в проєктах соціальної трансформації та поглиблення локальної демократії [16, с. 717].

Ми вважаємо, що вплив потенціалу локальної демократії на демократичне врядування на сьогодні можна оцінити через активність участі громадян у вирішенні проблем локального рівня. При цьому, участь громадськості в політичній діяльності можна поділити на два види: активний та пасивний. Активна участь передбачає пропонування альтернатив місцевої політики, які відрізняються від політики уряду, моніторинг, оцінювання, критику та вдосконалення такої політики. Навпаки, дії, включені до категорії пасивної участі, підкорюються владі та приймають і виконують будь-які провладні рішення. Загальні етапи процесу формування політики включають визначення порядку денного та формулювання політики. На етапі визначення порядку денного деякі громади стають важливим компонентом у управлінні демократичним врядуванням. Виходячи зі сказаного, для громади стає важливим брати активну участь у процесах врядування на місцевому рівні, оскільки в демократичній системі політична участь (тобто в процесах формування та реалізації політики на місцевому рівні), як активна, так і пасивна, значною мірою впливатиме на досягнення мети локальної демократії.

#### **Висновки**

Отже, ефективна локальна демократія є необхідною умовою для забезпечення стійкого й справедливого економічного і соціального розвитку, просування демократичного врядування і заохочення демократичних цінностей. Практика просування локальної демократії та її вплив на демократичне врядування доводять, що компонентами національної моделі локальної демократії в Україні мають стати механізми зв'язку інституційної структури громади з основними соціально-демографічними групами. Ця ланка є досить слабкою у контексті загальної тенденції елітаризації політики в Україні. Укріплення взаємозв'язку між соціально-представницькими та власне політичними установами й організаціями покликане забезпечити внутрішню стійкість і стабільність локального політичного, зосередити його на внутрішніх, а не на зовнішніх завданнях. Інтеграція локальних спільнот в Україні не «згори», а «знизу» має надати локальній демократії більшу репрезентативність, що врешті забезпечить і кращу якість демократичного врядування.

## Список використаної літератури

1. Local democracy today and tomorrow – learning from good practice. URL. [http://www.clgf.org.uk/default/assets/File/Publications/reports/Local\\_Democracy\\_today\\_and\\_to\\_morrow-learning\\_from\\_good\\_practice-IDEA-CLGF-CityInsight2014.pdf](http://www.clgf.org.uk/default/assets/File/Publications/reports/Local_Democracy_today_and_to_morrow-learning_from_good_practice-IDEA-CLGF-CityInsight2014.pdf)
2. Лендбел М.О. Місцева демократія у країнах Центральної і Східної Європи: Монографія. Ужгород: Мистецька лінія, 2011. 688 с.
3. Цумарев М. І. Формування громадянської культури локальної демократії в сучасній Україні : дис. ... к-та політ. наук: 23.00.03 / Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. Київ, 2019. 245 с. URL: [https://old.npu.edu.ua/images/file/vidil\\_aspirant/dicer/D\\_26.053.12/dis\\_Tsumariiev.pdf](https://old.npu.edu.ua/images/file/vidil_aspirant/dicer/D_26.053.12/dis_Tsumariiev.pdf)
4. Панкратова В. О. Використання інструментів локальної демократії в Україні: правові аспекти. *Нове українське право*, 2022. №. 2. С. 101-106.
5. Музиченко Г. В. Основні компоненти місцевої демократії в сучасній Україні. *Труди Одеського політехнічного університету*. Вип. 2 (18), 2002. С. 320-323.
6. Майко Т. С. Міська рада як інститут локальної демократії в Україні : дис. ... к-та наук : 23.00.02 / Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки. Луцьк, 2017. 231 с. Режим доступу: <https://abstracts.donnu.edu.ua/article/view/3972/4005>
7. Decentralization and local democracy in the world : first global report by United Cities and Local Governments : Washington, DC : World Bank, 2009. 345 p. : ill. (some col.), tables (col.) URL: [https://www.gold.uclg.org/sites/default/files/GOLDI\\_%20EN.pdf](https://www.gold.uclg.org/sites/default/files/GOLDI_%20EN.pdf)
8. Bulmer, E. (2017). Local democracy. International IDEA Constitution-Building Primer Local democracy. Stockholm: International IDEA. URL: <https://www.idea.int/sites/default/files/publications/local-democracy-primer.pdf>
9. Coppedge, M., Gerring, J., Knutsen, C. H., Krusell, J., Medzihorsky, J., Pernes, J., et al. (2019). The Methodology of «Varieties of Democracy» (V-Dem)1. *Bull. Sociol. Methodol.* 143, 107–133. doi: 10.1177/0759106319854989
10. Weidmann, N. B., Benitez-Baleato, S., Hunziker, P., Glatz, E., & Dimitropoulos, X. 2016. Digital Discrimination: Political Bias in Internet Service Provision Across Ethnic Groups. *Science* 353(6304). URL : <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.aaf5062>
11. McMann, K. M., Seim, B., Teorell, J., & Lindberg, S.I. 2020. Why Low Levels of Democracy Promote Corruption and High Levels Diminish It. *Political Research Quarterly* 73(4). URL : <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1065912919862054>
12. Greskovits, B. (2015). The hollowing and backsliding of democracy in East Central Europe. *Glob. Policy* 6, 28-37. doi: 10.1111/1758-5899.12225
13. Bermeo, N. (2016). On democratic backsliding. *J. Democracy* 27, 5–19. doi: 10.1353/jod.2016.0012
14. European Commission, Joint Research Centre, Rudkin, J., Kimbell, L., Stoermer, E., et al., *The future of government 2030+ : a citizen centric perspective on new government models*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019. doi:10.2760/145751. URL : <https://data.europa.eu/doi/10.2760/145751>
15. Heinelt, H. (2018). Introduction. In H. Heinelt (ed), *Handbook on Participatory Governance*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, pp. 1-16.
16. Bua A., Bussu S. Between governance-driven democratisation and democracy-driven governance: Explaining changes in participatory governance in the case of Barcelona. *European Journal of Political Research*, 2021. Т. 60. №. 3. С. 716-737. URL : <https://ejpr.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/1475-6765.12421>

## References

1. Local democracy today and tomorrow – learning from good practice. URL. [http://www.clgf.org.uk/default/assets/File/Publications/reports/Local\\_Democracy\\_today\\_and\\_to\\_morrow-learning\\_from\\_good\\_practice-IDEA-CLGF-CityInsight2014.pdf](http://www.clgf.org.uk/default/assets/File/Publications/reports/Local_Democracy_today_and_to_morrow-learning_from_good_practice-IDEA-CLGF-CityInsight2014.pdf)
2. Lend'el M.O. (2011) Mistseva demokratiya u krayinakh Tsentral'noyi i Skhidnoyi Yevropy: Monohrafiya. Uzhhorod: Mystets'ka liniya, 688 s.
3. Tsumaryev M. I. (2019) Formuvannya hromadyans'koyi kul'tury lokal'noyi demokratiyi v suchasniy Ukrayini : dys. ... k-ta polit. nauk: 23.00.03 / Natsional'nyy pedahohichnyy universytet imeni M. P. Drahomanova. Kyiv, 245 s. URL: [https://old.npu.edu.ua/images/file/vidil\\_aspirant/dicer/D\\_26.053.12/dis\\_Tsumariiev.pdf](https://old.npu.edu.ua/images/file/vidil_aspirant/dicer/D_26.053.12/dis_Tsumariiev.pdf)
4. Pankratova V. O. (2022) Vykorystannya instrumentiv lokal'noyi demokratiyi v Ukrayini: pravovi aspekty. *Nove ukrayins'ke pravo*, №. 2. S. 101-106.
5. Muzychenko H. V. (2002) Osnovni komponenty mistsevoyi demokratiyi v suchasniy Ukrayini. *Trudy Odesskoho polytekhnicheskoho unyversyteta*. Vyp. 2 (18), S. 320-323.
6. Mayko T. S. (2017) Mis'ka rada yak instytut lokal'noyi demokratiyi v Ukrayini : dys. ... k-ta nauk : 23.00.02 / Skhidnoyevropeys'kyu natsional'nyy universytet imeni Lesi Ukrayinky. Luts'k, 231 s. Rezhym dostupu: <https://abstracts.donnu.edu.ua/article/view/3972/4005>

7. Decentralization and local democracy in the world : first global report by United Cities and Local Governments : Washington, DC : World Bank, 2009. 345 p. : ill. (some col.), tables (col.) URL: [https://www.goldi.uclg.org/sites/default/files/GOLDI\\_%20EN.pdf](https://www.goldi.uclg.org/sites/default/files/GOLDI_%20EN.pdf)
8. Bulmer, E. (2017). Local democracy. International IDEA Constitution-Building Primer Local democracy. Stockholm: International IDEA. URL: <https://www.idea.int/sites/default/files/publications/local-democracy-primer.pdf>
9. Coppedge, M., Gerring, J., Knutsen, C. H., Krusell, J., Medzihorsky, J., Pernes, J., et al. (2019). The Methodology of «Varieties of Democracy» (V-Dem)1. *Bull. Sociol. Methodol.* 143, 107–133. doi: 10.1177/0759106319854989
10. Weidmann, N. B., Benitez-Baleato, S., Hunziker, P., Glatz, E., & Dimitropoulos, X. (2016) Digital Discrimination: Political Bias in Internet Service Provision Across Ethnic Groups. *Science* 353(6304). URL: <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.aaf5062>
11. McMann, K. M., Seim, B., Teorell, J., & Lindberg, S.I. (2020) Why Low Levels of Democracy Promote Corruption and High Levels Diminish It. *Political Research Quarterly* 73(4). URL: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1065912919862054>
12. Greskovits, B. (2015) The hollowing and backsliding of democracy in East Central Europe. *Glob. Policy* 6, 28-37. doi: 10.1111/1758-5899.12225
13. Bermeo, N. (2016) On democratic backsliding. *J. Democracy* 27, 5–19. doi: 10.1353/jod.2016.0012
14. European Commission, Joint Research Centre, Rudkin, J., Kimbell, L., Stoermer, E., et al. (2019) *The future of government 2030+ : a citizen centric perspective on new government models*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, doi:10.2760/145751. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/145751>
15. Heinelt, H. (2018). Introduction. In H. Heinelt (ed), *Handbook on Participatory Governance*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, pp. 1-16.
16. Bua A., Bussu S. (2021) Between governance-driven democratisation and democracy-driven governance: Explaining changes in participatory governance in the case of Barcelona. *European Journal of Political Research*, Vol. 60. No. 3. Pp. 716-737. URL: <https://ejpr.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/1475-6765.12421>

**К. В. МАНУІЛОВА**

доктор наук з державного управління, доцент,  
доцент кафедри публічного управління та адміністрування  
Одеський національний технологічний університет  
ORCID: 0000-0002-7460-7476

**В. О. МОТОРНИЙ**

кандидат державного управління,  
заступник начальника кафедри управління повсякденною  
діяльністю підрозділів  
Військова Академія (м. Одеса)  
ORCID: 0000-0003-0243-8666

**О. А. НЕЛЮБ**

викладач кафедри управління повсякденною діяльністю підрозділів  
Військова Академія (м. Одеса)  
ORCID: 0009-0008-8158-8059

## ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

*У сучасних умовах воєнного стану в Україні вельми актуальним залишається проблема створення сприятливих передумов для ефективного функціонування органів місцевого самоврядування. Тому гостро необхідне подальша робота з організаційно-правового забезпечення діяльності вітчизняних територіальних громад на основі врахування економічних показників та соціально-політичного стану кожного регіону України.*

*У даній статті проведено дослідження наявних на початок 2023 р. економічних наслідків широкомасштабного наступу РФ на Україну та внесені пропозиції щодо розробки заходів спрямованих на створення умов для ефективного функціонування органів місцевого самоврядування та на період післявоєнної відбудови України.*

*Для створення передумов ефективного функціонування органів місцевого самоврядування в Україні, на нашу думку, слід провести наступні організаційно-правові заходи: особливу увагу варто приділити розробки та реалізації програмам та заходів, спрямованих на відбудову енергетичної та муніципальної інфраструктури України. В аграрному секторі необхідно створити безпечні та пільгові умови для вітчизняного фермерства та сільського господарства. Розробити заходи спрямовані на забезпечення в Україні продовольчої безпеки, торгового фінансування та розвитку вітчизняної фармацевтичної галузі. Підготувати проекти соціально-економічних програм та стратегій пільгового ведення та кредитування вітчизняних малих та середніх підприємств. Проводити на постійній основі моніторинг надання публічних послуг в усіх регіонах України. Постійно проводити трансформації вітчизняних центрів надання публічних послуг та адаптацію їх до забезпечення надання адміністративних/електронних послуг під час воєнного стану. Розробити критерії для оцінки руйнацій муніципальної інфраструктури з метою справедливого розподілу донорської допомоги.*

**Ключові слова:** воєнний стан, децентралізація, публічна влада, міське самоврядування.

**K. V. MANUILOVA**

Doctor of Science in Public Administration, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Public Management and Administration  
Odesa National Technological University  
ORCID: 0000-0002-7460-7476

**V. O. MOTORNYI**

Candidate of Public Administration,  
Deputy Head of the Department of Management of Daily Activities of Units  
Military Academy (Odesa)  
ORCID: 0000-0003-0243-8666

**O. A. NELUB**

Lecturer at the Department of Management of Daily Activities of Units  
Military Academy (Odesa)  
ORCID: 0009-0008-8158-8059

## ORGANISATIONAL AND LEGAL SUPPORT FOR THE FUNCTIONING OF LOCAL SELF-GOVERNMENT UNDER MARTIAL LAW

*In the current conditions of martial law in Ukraine, the problem of creating favourable conditions for the effective functioning of local self-government bodies remains very relevant. Therefore, further work on the organisational and legal support of the activities of domestic territorial communities is urgently needed, taking into account the economic indicators and the socio-political situation in each region of Ukraine.*

*This article examines the economic consequences of Russia's large-scale offensive against Ukraine as of the beginning of 2023 and makes proposals for developing measures aimed at creating conditions for the effective functioning of local self-government bodies and for the period of post-war reconstruction of Ukraine.*

*In our opinion, the following organisational and legal measures should be taken to create the preconditions for the effective functioning of local self-government in Ukraine: special attention should be paid to the development and implementation of programmes and measures aimed at rebuilding Ukraine's energy and municipal infrastructure. In the agricultural sector; it is necessary to create safe and favourable conditions for domestic farming and agriculture. Develop measures aimed at ensuring food security in Ukraine, trade finance and the development of the domestic pharmaceutical industry. Prepare draft socio-economic programmes and strategies for preferential treatment and lending to domestic small and medium-sized enterprises. To monitor the provision of public services in all regions of Ukraine on an ongoing basis. Continuously transform domestic public service centres and adapt them to provide administrative/electronic services during martial law. Develop criteria for assessing the destruction of municipal infrastructure in order to ensure fair distribution of donor assistance.*

**Key words:** martial law, decentralization, public authorities, local self-government.

### Постановка проблеми

Сучасне вітчизняне державне будівництво суттєво змінилося з початком широкомасштабної військової окупації України Російською Федерацією, яка розпочалась 24 лютого 2022 р. Запровадження воєнного стану в Україні [1] якісно змінило суспільні відносини в всіх сферах життя нашої держави. Водночас громадяни України були змушені мобілізуватися для боротьби з ворогом, і в цих умовах на органи публічної влади були покладені особливі обов'язки. Відповідно до частини 2 статті 9 Закону України «Про правовий режим воєнного стану», органи місцевого самоврядування продовжують здійснювати повноваження, надані Конституцією України, цим Законом та іншими нормативно-правовими актами. Командування Збройних Сил України разом з Міністерством внутрішніх справ України, іншими органами виконавчої влади та органами місцевого самоврядування зобов'язане здійснювати заходи, передбачені Законом України «Про правовий режим воєнного стану», та здійснювати власні повноваження, необхідні для забезпечення оборони України, захисту безпеки населення та інтересів держави [2].

Попри воєнний стан, більшість політичних програм і реформ, що проводились до воєнного стану були продовжені в Україні реалізовуватись і після лютого 2022 р. Передусім це стосується реформи регіонального розвитку та місцевого самоврядування України, ключовим змістом якої є децентралізація влади. Метою реформи є забезпечення сприятливих передумов для самостійного та економічно розвитку територіальних громад.

У сучасних умовах воєнного стану в Україні вельми актуальним залишається проблема створення сприятливих передумов для ефективного функціонування органів місцевого самоврядування. Тому гостро необхідне подальша робота з організаційно-правового забезпечення діяльності вітчизняних територіальних громад на основі врахування економічних показників та соціально-політичного стану кожного регіону України.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналізу реформування відносин органів публічної влади присвячені праці таких дослідників, як В. Куйбіда, А. Ткачук, С. Саханенко та інших. Різні аспекти відновлення України після закінчення воєнного стану представлені у дослідженнях А. Гончаренко, О. Ємельянової, Т. Степаненко, І. Чернової та інших. Особливості надання електронних послуг в умовах воєнного стану в Україні досліджені вітчизняними авторами І. Лопушинським, В. Ключевським, О. Момоток. Що стосується питання енергетичної безпеки України, то різні аспекти цієї проблеми розглянуті А. Полухіним, Н. Ткачовою, Я. Лукашевич, А. Чернявським. У зарубіжній літературі проблемам розвитку органів публічної влади в умовах децентралізації приділяється увага у роботах таких авторів, як Е. Ахмад, Р. Бахл., Т. Баскаран, Дж. Б'юкенен, Л. Де Мелло, Дж. Р. Хайнс та інші.

### Формулювання мети дослідження

Зважаючи на окреслену актуальність для України проблеми організаційно-правового забезпечення функціонування органів місцевого самоврядування в умовах воєнного стану. Метою даної статті є дослідження наявних на початок 2023 р. економічних наслідків широкомасштабного наступу РФ на Україну та внесення пропозицій та рекомендацій щодо розробки заходів спрямованих на створення умов для ефективного функціонування органів місцевого самоврядування в умовах воєнного стану та у період післявоєнної відбудови України.

### Викладення основного матеріалу дослідження

В нашій державі у 2014 р. розпочато реформу децентралізації влади. Завдяки реформі децентралізації органи місцевого самоврядування наділені гарантованими державою повноваженнями та інструментами,

необхідними для виконання функцій у сфері місцевого самоврядування. І ці повноваження мають бути реалізовані не лише в мирний час, а також в умовах невизначеності. До останніх належать складні для держави ситуації, пов'язані з техногенними або природними катастрофами, кризами, воєнним станом, повоєнним відновленням тощо.

Зазначимо, що для найбільш ефективного проведення подальших реформ у сфері публічної влади недостатнього лише врахування та впровадження міжнародного досвіду щодо успішного організаційно-правового забезпечення функціонування органів місцевого самоврядування в умовах невизначеності. На нашу думку, слід при формуванні та реалізації програми реформ у державі враховувати вітчизняні традиції, менталітет, соціально-економічні та суспільно-політичні особливості розвитку вітчизняного суспільства і вибрати із всіх альтернативних варіантів такий варіант подальшого реформування, який буде адекватно сприйняти народом нашої держави та спроможний забезпечити виконання якомога більше політичних завдань, що мають розв'язати органи місцевого самоврядування в різних ситуаціях, у тому числі у ситуації невизначеності.

Ключовою особливістю функціонування децентралізованого місцевого самоврядування є наявність власного бюджету. Проте, якщо у мирну добу фінансове підтримання діяльності забезпечується винятково з бюджету територіальної громади, то під час не стандартних умов (воєнний стан, катастрофи, кризи) очевидним є факт, що бюджет територіальної громади не зможе самотужки профінансувати всі соціально-економічні програми та різні власні стратегії, які спрямовані на розв'язання всіх проблем громади та подолання негативних наслідків нанесених військовим протистоянням, кризами, катастрофами. Тому у складні часи для країни гостро необхідно втручання держави та впровадження змішаного фінансування в бюджетуванні територіальних громад. По суті це означає що до бюджетів громад крім власного бюджету громади необхідно внесення додаткового донорського фінансування від міжнародних організацій, держави, компаній, волонтерів і бізнес кіл.

Донорське фінансування є критично важливим для підтримки для України й для кожної територіальної громади, які постраждали від війни.

Повністю підтримуємо авторитетну думку експертів Європейського Банку, що «життєво важливими секторами української економіки є енергетична безпека, сільське господарство, продовольча безпека, життєво необхідна інфраструктура, торгове фінансування, фармацевтика, малі та середні підприємства, управління, муніципальна інфраструктура» [3].

Зазначимо, що стосується енергетичної безпеки України, то вона має вирішальне значення для забезпечення незалежності та національного суверенітету нашої держави. Підкреслимо, що вітчизняна енергетична безпека України опинилася під серйозною проблемою вже з 2014 р. після тривалих переговорів щодо ціни на газ з Росією, військових дій у східній частині країни та втрати влади в Криму [4]. Із початком широкомасштабного вторгнення Росії в Україну завдано катастрофічної шкоди всій енергетичній інфраструктурі України. Навіть у таких важких умовах вітчизняні постачальники цілодобово намагаються забезпечити будинки, підприємства, установи, медичні та освітні заклади та населення України електроенергією, теплом і гарячою водою. Втім, українські енергетики щодня стикаються із нагальними вимогами щодо швидкого ремонту та відновлення пошкоджених ракетними ударами транспортні та розподільчі мережі, у тому числі підстанції [5]. Обсяги руйнацій енергетичної системи ще доведеться підрахувати після війни. Однак, сьогодні є очевидним, що без фінансової допомоги Україна не зможе подолати проблеми в енергетичній сфері.

У ганебному стані знаходиться й аграрний сектор України. Так, відповідно до даних Київської школи економіки на 10 листопада 2022 р. непрямі збитки сільського господарства України від війни складають 34,25 млрд. доларів, а втрати у сільському господарству сягнули суми 6,6 млрд. доларів [6]. Останні цифри мають тенденцію до постійного зростання й у наступні після листопада 2022 р. місяці.

Військове протистояння між Росією та Україною щодня руйнує життя та засоби існування людей навіть далеко від поля бою. На думку міжнародних експертів «Росія перетворює їжу на зброю війни, подібно до того, що Росія вже зробила зі своїми енергоносіями. Росія грає з глобальним голодом, щоб виторгнути геополітичні переваги на високі ставки» [7]. У рис. 1. представлено продовольчі проблеми, які спонукали наслідки військового протистояння України та РФ у світі.

Відповідно даних Київської економічної школи станом на 24 березня 2023 р. збитки, завдані українській інфраструктурі під час війни, сягнули вже 63 мільярдів доларів, або понад 1,8 трильйона гривень. З початку військової агресії Росії 24 лютого 2023 р. пошкоджено, зруйновано щонайменше 4431 житловий будинок, 92 заводи/склади, 378 закладів середньої та вищої освіти, 138 закладів охорони здоров'я, 12 аеропортів, 7 ТЕС/ГЕС або вилучені в Україні [8]. Означені цифри на превеликий жаль часто зростають щодня.

Відповідно даних Київської економічної школи станом на 24 березня 2023 р. збитки, завдані українській інфраструктурі під час війни, сягнули вже 63 мільярдів доларів, або понад 1,8 трильйона гривень. З початку військової агресії Росії 24 лютого 2023 р. пошкоджено, зруйновано щонайменше 4431 житловий будинок, 92 заводи/склади, 378 закладів середньої та вищої освіти, 138 закладів охорони здоров'я, 12 аеропортів, 7 ТЕС/ГЕС або вилучені в Україні [8]. Означені цифри на превеликий жаль зростають щодня.



**Рис. 1. Продовольчі проблеми, які спонукали наслідки військового протистояння України та РФ у світі**

*Джерело: складено авторами на основі даних [7]*

Підкреслимо, що малі та середні підприємства традиційно робили значний внесок в українську економіку. На його частку у мирний час припадало 73% зайнятості в нашій країні та 63% валового обсягу продажів у 2020 р. [9, с. 12]. Більшість малих та середніх підприємств розташовані у регіонах, які зазнавали або продовжують зазнавати активних бойових дій. Велика кількість вітчизняних малих та середніх підприємств були змушені закритись або значно обмежили обсяги виробництва.

За даними Світового банку, ВВП України у 2022 році скоротиться приблизно на 35%. У 2023 році очікується подальше падіння ВВП України, оскільки стануть очевидними повні економічні наслідки російської війни. Систематичні перебої у постачанні українського зерна з портів Чорного моря привели до значного падіння міжнародної торгівлі з нашою державою, й як наслідок, негативно вплинуло на фінансування торгівлі. Багато банків-кореспондентів покинули вітчизняний ринок, ряд проєктів довгострокового фінансування були майже повністю відкладено. Охоплення експортно-кредитних агентств є надзвичайно мізерним в нашій країні [10].

Щодо фармацевтичної та біотехнологічної галузі, то вторгнення Росії в Україну негативно вплинуло на мільйони людей не лише в нашій державі, а й у всьому світі. Як наслідок, розробники ліків зазнають затримок у розробці, втрати безперервності бізнесу та ризику невідповідності для ринкових продуктів [11].

Масштабний військовий конфлікт між Росією та Україною суттєво змінив надання публічних послуг. Ряд фізичних об'єктів та телекомунікаційна інфраструктура зазнали важких пошкоджень або були окуповані. Це негативно вплинуло на якість та швидкість інтернету та мобільного зв'язку. Зокрема, у 2022 році швидкість та якість передавання даних знизилася в середньому на 13% у фіксованих інтернет-мережах і на 2,6% у мобільних мережах, а кожен п'ятий центр надання адміністративних послуг (ЦНАП) був пошкоджений або зруйнований [12]. Крім того, з початком військового протистояння надання публічних/адміністративних послуг в Україні перестало бути уніфікованим та стандартизованим процесом по всій території країни та стало диверсифікуватися залежно від території, часу, обсягів послуг та виконавців послуг. Такий поділ є вимушений і пов'язаний із різними рівнями державного контролю над окремими частинами території України, а також пов'язаний із проведенням превентивних заходів безпеки та запобігання можливих ризиків, пов'язаних із доступом ворога до цінної інформації. Характерним явищем у нинішній Україні є те, що території, які не зазнали значних руйнацій в результаті війни Росії проти України, мають найменше обмежень щодо надання публічних/електронних послуг, тоді як тимчасово окуповані території не мають можливості надавати весь перелік публічних послуг. Додатковою складністю є те, що у реальному часі вельми складно отримати точну і правдиву інформацію щодо статусу окупації або деокупації територій (села, району або громади). Проте, означена інформація є вельми важливою для прийняття управлінського рішення щодо того, на якій частині нашої держави можна продовжувати використовувати національні електронні реєстри, а які ЦНАПи змушені перейти на паперову роботу, а також які жителі отримають фінансову підтримку тощо [12].

Муніципальна інфраструктура України також зазнала значних руйнацій із вторгненням Росії. Суттєва відбудова муніципальної інфраструктури навряд чи відбудеться найближчим часом, коли триває військовий конфлікт. Втім, відбудова саме муніципальної інфраструктури гостро потрібна нашій державі. Основними сегментами муніципальної інфраструктури є: транспортна інфраструктура (порти, гавані та інфраструктура водних шляхів, аеропорти, дороги, залізниця, поштові та морські служби) та будівництво: (житлова та нежитлова будівля) [13].

Зазвичай, за розвиток муніципальної інфраструктури відповідно до чинного законодавства відповідальні органи місцевого самоврядування громади, проте в умовах воєнного стану особливо важливо цим органам фінансова допомога та підтримка держави та міжнародних органів.

### Висновки

На основі проведеного дослідження пропонуємо провести наступні заходи спрямовані на підтримку ефективної діяльності органів місцевого самоврядування та у період післявоєнної відбудови України.

1. Особливу увагу варто приділити розробки та реалізації програмам та заходів, спрямованих на відбудову енергетичної та муніципальної інфраструктури України.

2. В аграрному сектору необхідно створити безпечні та пільгові умови для розвитку вітчизняного фермерства та сільського господарства.

3. Розробити заходи спрямовані на забезпечення в Україні продовольчої безпеки, торгового фінансування та розвитку фармацевтичної галузі.

4. Підготувати проекти соціально-економічних програм та стратегій пільгового ведення та кредитування вітчизняних малих та середніх підприємств.

5. Проводити на постійній основі моніторинг надання публічних послуг в усіх регіонах України. Постійно проводити трансформації вітчизняних центрів надання публічних послуг та адаптацію їх до забезпечення надання адміністративних/електронних послуг під час воєнного стану.

6. Розробити критерії для оцінки руйнацій муніципальної інфраструктури з метою справедливого розподілу донорської допомоги.

### Список використаної літератури

1. Указ Президента України № 64/2022. Про введення воєнного стану в Україні. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/642022-41397>

2. Про правовий режим воєнного стану: Закон України від 12.05.2015 року № 389-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-19#Text>

3. Ukraine energy profile. Energy security. *IEA*. URL: <https://www.iea.org/reports/ukraine-energy-profile/energy-security>

4. USAID to lead procurement of critical energy equipment for Ukraine. July 7, 2022. URL: Energy security project energy security project. <https://energysecurityua.org/news/usa-id-to-lead-procurement-of-critical-energy-equipment-for-ukraine/>

5. Огляд збитків від війни в сільському господарстві. Київська школа економіки. URL: <https://uglobal.university/agricultural-war-damages-review/>

6. Is this war far away the data says the opposite. URL: <https://war.ukraine.ua/food-security/>

7. Прямі збитки, завдані українській інфраструктурі під час війни. Київська школа економіки. URL: <https://kse.ua/about-the-school/news/zbitki-naneseni-infrastrukturii-ukrayini-v-hodi-viyini-skladayut-mayzhe-63-mlrd/>

8. Експрес-оцінка впливу війни на мікро-, малі та середні підприємства в Україні. Аналітичний звіт. Київ: Програма розвитку ООН в Україні, 2022. 77 с.

9. Justin Keay. Trade Finance In Wartime The huge drop-off in trade involving Russia and Ukraine has hit trade finance hard. JANUARY 03, 2023. *Global finance magazine*. URL: <https://www.gfmag.com/magazine/january-2023/trade-finance-ukraine-russia-war>

10. How does the Russian invasion impact the pharmaceutical industry? **Biomapas**. A complete spectrum of Clinical Research, Regulatory Affairs, Pharmacovigilance, and Medical Information services across Europe, CIS, EAEU and MENA regions. URL: <https://www.biomapas.com/how-does-the-russian-invasion-impact-the-pharmaceutical-industry/>

11. Administrative Service Delivery during War Time. 04 October 2022. Explore OECD work on Ukraine. URL: <https://www.oecd.org/ukraine-hub/policy-responses/administrative-service-delivery-during-war-time-23d5a973/#section-d1e286>

12. Infrastructure Ukraine – Country Commercial Guide. URL: <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/ukraine-infrastructure>

13. Justin Keay. Trade Finance In Wartime The huge drop-off in trade involving Russia and Ukraine has hit trade finance hard. JANUARY 03, 2023. *Global finance magazine*. URL: <https://www.gfmag.com/magazine/january-2023/trade-finance-ukraine-russia-war>

### References

1. Ukaz Prezydenta Ukrainy № 64/2022. Pro vvedennia voiennoho stanu v Ukraini. [Decree of the President of Ukraine No. 64/2022. On the introduction of martial law in Ukraine.] URL: <https://www.president.gov.ua/documents/642022-41397>

2. Pro pravovy rehym voiennoho stanu: Zakon Ukrainy vid 12.05.2015 roku No 389-VIII [On the legal regime of martial law: Law of Ukraine of 12.05.2015 No. 389-VIII]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-19#Text>

3. Donor support for Ukraine. *EBRD* URL: <https://www.ebrd.com/what-we-do/war-on-ukraine/donor-support.html>

4. Ukraine energy profile. Energy security. *IEA*. URL: <https://www.iea.org/reports/ukraine-energy-profile/energy-security>

5. Ukaz Prezidenta Ukrainy № 64/2022. Pro vvedennia voiennoho stanu v Ukraini. [On the legal regime of martial law: Law of Ukraine of 12.05.2015 No. 389-VIII] URL: <https://www.president.gov.ua/documents/642022-41397>
6. Donor support for Ukraine. *EBRD* URL: <https://www.ebrd.com/what-we-do/war-on-ukraine/donor-support.html>
7. Ukraine energy profile. Energy security. *IEA*. URL: <https://www.iea.org/reports/ukraine-energy-profile/energy-security>
8. USAID to lead procurement of critical energy equipment for Ukraine. July 7, 2022. URL: Energy security project energy security project. <https://energysecurityua.org/news/usa-id-to-lead-procurement-of-critical-energy-equipment-for-ukraine/>
9. Ohliad zbytkiv vid viiny v silskomu hospodarstvi. *Kyivska shkola ekonomiky*. [An overview of war damage in agriculture. *Kyiv School of Economics*] URL: <https://uglobal.university/agricultural-war-damages-review/>
10. Is this war far away the data says the opposite. URL: <https://war.ukraine.ua/food-security/>
11. Priami zbytky, zavdani ukrainskii infrastrukturi pid chas viiny. *Kyivska shkola ekonomiky*. [Direct damage to Ukrainian infrastructure during the war. *Kyiv School of Economics*] URL: <https://kse.ua/about-the-school/news/zbitki-naneseni-infrastrukturi-ukrayini-v-hodi-viyni-skladayut-mayzhe-63-mlrd/>
12. Ekspres-otsinka vplyvu viiny na mikro-, mali ta seredni pidpriemstva V Ukraini. Analytychnyi zvit. Kyiv: Prohrama rozvytku OON v Ukraini, 2022. 77 s. [Rapid assessment of the impact of the war on micro, small and medium-sized enterprises in Ukraine. Analytical report. Kyiv: United Nations Development Programme in Ukraine, 2022. 77 p.]
13. Justin Keay. Trade Finance In Wartime The huge drop-off in trade involving Russia and Ukraine has hit trade finance hard. JANUARY 03, 2023. *Global finance magazine*. URL: <https://www.gfmag.com/magazine/january-2023/trade-finance-ukraine-russia-war>

Л. М. НАЗАРЕНКО

доктор педагогічних наук, доцент,  
професор кафедри менеджменту та економіки  
Херсонський інститутПриватного акціонерного товариства «Вищий навчальний заклад  
«Міжрегіональна академія управління персоналом»

ORCID: 0000-0001-7949-6923

## МОТИВАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ОРГАНІЗАЦІЇ

У статті на підставі аналізу наукових досліджень у галузі адаптивного і мотиваційного менеджменту обґрунтовано, що управління розвитком людського капіталу організації – це система узгодження взаємовпливів суб'єктів управління і персоналу на основі встановлення партнерських стосунків, інтерактивної взаємодії, самоуправління і самоорганізації шляхом вироблення й упровадження гнучких мотиваційно-стимуляційних моделей трудової діяльності працівників з метою адаптації їхніх особистісно-професійних мотивів і потреб до управлінських вимог і встановленим організацією стандартів якості праці. Як наслідок, підвищується продуктивність праці працівників, оскільки формується їхнє ціннісне ставлення до професійних дій, здатних відтворити внутрішню потребу особистості бути суспільно корисною та конкурентноздатною на зовнішньому ринку.

Визначено, що основою управління розвитком людського капіталу організації є мотиваційний потенціал. Досліджено змістові компоненти цього поняття та їх базові значення. Доведено, що мотиваційний ефект потенціалу управління криється у взаємоузгоджених і взаємообумовлених цілях професійного розвитку кожного працівника і трудового колективу в цілому та стратегічного розвитку організації. У свою чергу, потенціал розуміємо як технологічний ресурс мотивуючого і стимулюючого управлінського впливу на працівника у процесі його особистісно-професійного розвитку, необхідного для забезпечення високої продуктивності праці як однієї з умов формування конкурентноспроможності організації. Окреслено й охарактеризовано зміст управлінської діяльності, спрямованої на розвиток людського капіталу, зокрема її складових: структурно-функціональної, нормативно-правової, діагностичної, діяльнісної, інформаційно-комунікаційної, які в сукупності практично втілюють мотиваційний потенціал та спонукають суб'єктів управління до його збагачення і модернізації, що сприяє повній трансформації всієї системи управління організацією відносно нових соціально-економічних умов господарювання.

**Ключові слова:** управління розвитком людського капіталу, мотиваційний потенціал, мотиваційно-потребніска сфера особистості, розвиток організації, трудова діяльність.

L. M. NAZARENKO

Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor,  
Professor at the Department of Management and Economics  
Private Joint-Stock Company "Higher Education Institution  
"Interregional Academy of Personnel Management"  
ORCID: 0000-0001-7949-6923

## MOTIVATION POTENTIAL OF HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT MANAGEMENT OF THE ORGANIZATION

In the article, based on the analysis of scientific research in the field of adaptive and motivational management, it is substantiated that the management of the development of the human capital of the organization is a system of coordinating the mutual influences of management subjects and personnel based on the establishment of partnership relations, interactive interaction, self-management and self-organization through the development and implementation of flexible motivational and stimulating models of the labor activity of employees in order to adapt their personal and professional motives and needs to management requirements and standards of work quality established by the organization. As a result, the labor productivity of employees increases, as their value attitude towards professional actions is formed, capable of reproducing the internal need of the individual to be socially useful and competitive in the foreign market.

It was determined that the basis of managing the development of the organization's human capital is the motivational potential. The content components of this concept and their basic meanings have been studied. It is proven that the motivational effect of management potential lies in mutually agreed and mutually determined goals of professional development of each employee and the labor team as a whole and strategic development of the organization. In turn, we understand the potential as a technological resource of motivating and stimulating managerial influence on the employee in the process of his personal and professional development, necessary to ensure high labor productivity

*as one of the conditions for the formation of the organization's competitiveness. The content of managerial activity aimed at the development of human capital is outlined and characterized, in particular its components: structural-functional, regulatory-legal, diagnostic, operational, informational-communication, which together practically embody the motivational potential and encourage management subjects to enrich it and modernization, which contributes to the complete transformation of the entire management system of the organization in relation to the new socio-economic conditions of business.*

**Key words:** management of human capital development, motivational potential, motivational and need sphere of the individual, organizational development, labor activity.

### Постановка проблеми

Одним із індикаторів ефективного функціонування організації є її конкурентна спроможність на ринку продукції чи послуг. Досвід діяльності найбільш успішних із них засвідчує провідну роль у процесі формування і зміцнення конкурентних переваг саме людського капіталу, який є як засобом впливу на соціально-економічні процеси, так і ресурсом, що забезпечує використання інноваційних технологій задля підвищення конкурентоспроможності організації [9, 60]. Як комплекс природних і придбаних у результаті інвестування особистісних здібностей, якостей, професійних компетентностей і досвіду, розвиток людського капіталу пов'язаний із формуванням інформаційної культури, мотивації і мобільності працівників, завдяки чому вони отримують певні переваги, а організація – доходи [11].

Проте більшість менеджерів в управлінні розвитком людського капіталу використовують лише матеріальні стимули, що, по-перше, значно звужує базове поняття нашого дослідження, а, по-друге, знецінює прагнення працівників до підвищення рівня продуктивності праці та професійного зростання. Необхідність посилення уваги менеджменту до активізації людського фактору обумовлює потребу в забезпеченні мотиваційного потенціалу управління, здатного здійснювати тривалий позитивний вплив на трудову діяльність працівника з метою формування його особистісно-професійної мотиваційно-потребнісної сфери, що, у результаті, сприятиме виходу організації на більш привабливі ринкові позиції.

### Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій

Проблема управління розвитком людського капіталу організації (концепція та модель управління), у тому числі з урахуванням мотиваційного аспекту, є предметом досліджень Л. Артеменко, І. Журавльової, О. Каменської, Н. Костюніка, А. Кудлай, І. Тарасенко, Н. Цимбаленко.

Теоретико-методологічні засади мотиваційного менеджменту викладено в наукових працях А. Колода, В. Сладкевича, С. Потьомкіна, О. Притули, С. Цимбалюка. Вплив вмотивованості працівників на формування конкурентних переваг організації дослідили П. Бамбергер, Г. Вербицька, І. Мешулам та ін. Особливості управлінської практики з мотивації персоналу розглядаються А. Бочарниковим, В. Бутенком, Д. Бутенко, В. Гриньовим, В. Данюком, А. Тарасенком. Мотиваційні механізми розвитку високопродуктивної праці трудового колективу розроблено В. Нижником і О. Харун.

Аналіз зазначених вище наукових джерел дав змогу встановити, що засади мотиваційного менеджменту з огляду на окреслену нами проблему потребують додаткового дослідження, а саме: наукового обґрунтування сутності та структури поняття «мотиваційний потенціал» управління, визначення змісту управлінської діяльності, спрямованої на розвиток людського капіталу організації в умовах перманентних ринкових змін.

### Формулювання мети дослідження

Мета статті – визначити й обґрунтувати сутність понять «управління розвитком людського капіталу організації» та «мотиваційний потенціал», охарактеризувати його змістові компоненти і базові значення; окреслити зміст управлінської діяльності, спрямованої на розвиток людського капіталу організації в умовах перманентних ринкових змін.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Виходячи з наукових позицій Л. Артеменко, мета управління розвитком людського капіталу полягає в активізації інтелектуального і духовного ресурсу людини як найпотужнішого фактору досягнення конкурентних переваг організації [2]. Стратегічними цілями означеного процесу є також підвищення рівня трудового потенціалу особистості [16, 304], результативності праці та її творчого характеру [6, 24], інноваційної активності трудового колективу [8, 225] та забезпечення умов ефективного використання і розвитку робочої сили [4, 137].

Реалізація такого комплексного цілепокладання передбачає зміну характеру управлінського впливу: жорсткого адміністративного, зосередженого на економічних змінах у виробництві, на адаптивний, основу якого складає гнучкість у сприйнятті змін на зовнішньому ринку та пошук альтернативних управлінських рішень щодо структурно-функціональних змін у внутрішньому середовищі в поєднанні з потужною управлінською підтримкою діяльності працівників. Звідси, сутність управління розвитком людського капіталу організації розглядаємо за трьома методологічними підходами адаптивного управління [5], а саме:

– як сукупність усіх можливостей, засобів, механізмів поєднання зусиль керівника та підлеглих шляхом розвитку партнерських стосунків та інтерактивної взаємодії між усіма учасниками управлінського процесу;

– як система узгоджених взаємовпливів управлінської команди і персоналу, що сприяє адаптації особистісно-професійних мотивів працівників до зовнішніх вимог та урахування їх у конкретній трудовій ситуації, унаслідок чого підвищується продуктивність праці, оскільки сформується ціннісне ставлення до професійних дій, здатних відтворити внутрішні потреби особистості бути суспільно корисною та відповідати встановленим організацією стандартам;

– як здатність системи управління виробляти гнучкі моделі діяльності організації на основі самоуправління і самоорганізації через взаємоприспосовування й органічне поєднання мети керівника і прагнення працівників до професійного саморозвитку.

Отже, управління розвитком людського капіталу організації – це система узгодження взаємовпливів суб'єктів управління і персоналу на основі встановлення партнерських стосунків, інтерактивної взаємодії, самоуправління і самоорганізації шляхом вироблення та застосування гнучких мотиваційно-стимуляційних моделей трудової діяльності працівників з метою адаптації їхніх особистісно-професійних мотивів і потреб до управлінських вимог і встановлених організацією стандартів. Як наслідок, підвищується продуктивність праці працівників – якісна ознака розвитку людського капіталу та одна з умов досягнення стратегічних цілей розвитку організації.

Поняття «мотиваційний потенціал» управління розвитком людського капіталу організації містить два змістових компонентів – мотиваційний і потенціал.

1. Мотиваційний. Ураховуючи багатогранність поняття «мотивація», ми виокремили чотири базових значення:

– психологічний стан людини та дія, спрямована на його якісну зміну, що дає змогу суб'єктам управління не лише дослідити особистісно-професійні потреби, інтереси, мотиви, ціннісні орієнтації працівників, які віддзеркалюються на трудовій активності в конкретний період часу, але й розробити для них відповідну мотиваційно-стимулюючу модель трудової діяльності;

– дія практичного втілення внутрішніх мотиваційних чинників (ціннісних ставлень, рекомендацій, настанов) підвищення продуктивності праці на основі свідомого особистісного вибору певного типу трудової поведінки, здатного забезпечити якісні зміни у психологічному стані особистості, що водночас потребує мотивуючого і стимулюючого управлінського впливу. Таким чином забезпечується узгодженість і взаємозв'язок внутрішніх мотивів працівників і зовнішніх стимулів трудової діяльності;

– сфера професійної діяльності, пов'язана із питаннями професійного саморозвитку, підвищення кваліфікації, що спонукає суб'єктів управління до пошуку найбільш ефективних методів і засобів впливу на стан і поведінку працівників у процесі досягнення ними особистісних цілей і стратегічної мети розвитку організації;

– спонукання працівників до об'єктивної самооцінки змін у процесі практичного втілення внутрішніх мотиваційних чинників підвищення продуктивності праці, що забезпечить адекватне сприйняття ними оціночних суджень керівництва організації щодо якості праці та формування потреби у професійному вдосконаленні. Це сприятиме виникненню у працівників потреби у професійній самомотивації, яка, за визначенням А. Колота, полягає у виокремленні особистістю внутрішніх спонукальних причин (професійний інтерес, творчий характер праці, прагнення самореалізуватися тощо) виконання різних видів роботи з метою задоволення певних потреб [10, 21].

Таким чином, мотиваційний ефект потенціалу управління розвитком людського капіталу організації криється у взаємоузгоджених і взаємообумовлених цілях особистісно-професійного розвитку працівників і стратегічного розвитку організації. Як результат, людина отримує можливість займатися найпродуктивнішою працею, яка спрямована власним мотивом [5].

2. Потенціал. Феномен потенціалу (від лат. *potentia* – сила, – джерела, можливості, запаси, які можуть бути використані для вирішення певної задачі, досягнення певної мети [3] управління розвитком людського капіталу розуміємо як технологічний ресурс мотивуючого і стимулюючого управлінського впливу на працівника у процесі його особистісно-професійного розвитку, необхідного для забезпечення високої продуктивності праці як однієї з умов формування конкурентноспроможності організації.

Ураховуючи, що мотивування [10, 22] працівників – це процес взаємодії внутрішніх чинників особистості і зовнішніх чинників впливу, одним із яких і є управлінський, виділяємо три складники мотивуючого потенціалу управління розвитком людського капіталу організації, а саме:

– *базисний потенціал* – сукупність наявних в організації можливостей, умов, засобів (фінансово-економічних, нормативно-правових, кадрових, корпоративних тощо), здатних, по-перше, спонукати працівника до осмислення власного психологічного стану та «породжувати мотив» до дії, спрямованої на його якісну зміну, а, по-друге, надавати змогу суб'єктам управління розробляти на основі даних мотиваційного моніторингу відповідну мотиваційно-стимулюючу модель трудової діяльності персоналу й упроваджувати її в організації;

– *управлінський потенціал* – особистісні здібності й якості, професійні компетентності керівника та інших суб'єктів управління, необхідні для організації мотивування працівників до підвищення продуктивності їх праці через узгодженість і взаємозв'язок внутрішніх мотивів особистості та зовнішніх стимулів трудової діяльності, сприяння розвитку самоуправління та самоорганізації;

– комунікаційний потенціал – сукупність інформаційно-комунікаційних засобів і джерел, що забезпечують взаємодію суб'єктів управління, управлінської структури – із трудовим колективом, організації – із зовнішнім середовищем.

Відповідальність за розвиток мотиваційного потенціалу управління покладається на керівника, що виявляється у його конкретних управлінських рішеннях і діях щодо кадрової політики та політики якості, стратегії розвитку організації, її корпоративної культури, системи мотивації, стимулювання персоналу, та втілюється безпосередньо у змісті управлінської діяльності. Із загального змісту управління організацією виокремлюємо такі змістові складові управління розвитком людського капіталу: структурно-функціональну, нормативно-правову, діагностичну (мотиваційний моніторинг), діяльнісну та інформаційно-комунікаційну.

Структурно-функціональна складова передбачає розроблення і внесення певних змін до організаційної структури управління, штатного розпису, функціональних обов'язків посадових осіб, які в якості суб'єктів управління забезпечують «мотиваційний процес» [10, 23] як провідну функцію управління розвитком людського капіталу організації. Зокрема, це стосується організації служби роботи з персоналом, юридичного відділу, HR-менеджера (англ. human resources – людські ресурси [1]), психолога, які займаються мотивуванням працівників, їх консультуванням і залучаються до оцінювання ефективності діяльності персоналу [Москаленко]. Кожна із зазначених структурних одиниць виконує ті чи інші функції, які в сумісності підсилюють вагомість мотиваційного персоналу, оскільки допомагають керівництву усвідомити специфіку людського капіталу організації, його відмінності від інших ресурсів, що позитивно впливає на визначення шляхів його розвитку.

Нормативно-правова складова управління відповідає за формування пакету документів, необхідного для забезпечення ефективної дії мотиваційного потенціалу управління з метою регулювання соціальних трудових відносин; регламентації завдань та обов'язків підлеглих; визначення характеру, обсягу та режиму праці; формулювання правил трудової поведінки; добору механізмів захисту прав та інтересів як працівників, так і керівництва організації. До таких матеріалів відносимо:

– документи загального призначення – стратегія розвитку організації, колективний договір, кодекс корпоративної етики, правила внутрішнього розпорядку, штатний розпис;

– документи цільового призначення – положення про оплату праці, положення про відділи, регламент роботи; положення про формування соціального пакету, порядок встановлення доплат і надбавок, розмірів гарантійних і компенсаційних виплат; положення про матеріальне і нематеріальне стимулювання, положення про заохочення і відзнаки, положення про мотиваційний пакет, положення про підвищення кваліфікації працівників;

– документи спеціального призначення – розпорядження і накази, інструкції, доручення, рекомендації, настанови, висновки мотиваційного моніторингу.

Зауважимо, що суб'єкти управління повинні постійно здійснювати аналіз розроблених і відповідно затверджених внутрішніх нормативно-правових, розпорядчих, інструктивно-методичних документів; забезпечувати своєчасне внесення змін і доповнень відповідно до змін у зовнішньому середовищі та в залежності від характеру внутрішньої виробничої ситуації; відстежувати дотримання норм діючого законодавства.

Найбільш значимою є діагностична складова (мотиваційний моніторинг), оскільки саме вона дає змогу керівникам організації та іншим суб'єктам управління забезпечувати:

– адаптацію людського капіталу до перманентних і мінливих умов виробництва;

– вироблення й ухвалення управлінських рішень з урахуванням оптимальної, достовірної й об'єктивної інформації про домінуючі потреби, інтереси, запити, настрої працівників; характер їхньої трудової поведінки; рівень мотивації до підвищення продуктивності праці;

– організацію роботи трудового колективу за мотиваційно-стимулюючою моделлю.

На думку А. Колога, головна мета проведення мотиваційного моніторингу полягає в оцінюванні ефективності чинної системи мотивації та розроблення рекомендацій щодо вдосконалення мотиваційної політики організації [10, 425]. Отримані моніторингові дані формують уявлення суб'єктів управління про:

– стан відповідності системи мотивації кадровій політиці та стратегії розвитку організації;

– необхідність змін з метою встановлення відповідності мотиваційних заходів домінуючим потребам і мотивам працівників;

– ефективність використання витрат на мотиваційні заходи;

– рівень управлінської компетентності щодо збагачення мотиваційного потенціалу управління та організація відповідного науково-методичного навчання посадових осіб.

Результати мотиваційного моніторингу використовуються для розроблення й упровадження адаптивної мотиваційно-стимулюючої моделі трудової діяльності, внаслідок чого відбувається:

– адаптація наявної системи мотивації до змін у зовнішньому середовищі;

– узгодження системи мотивації зі стратегічними цілями розвитку організації;

– налагодження міжсуб'єктної комунікації;

– забезпечення диференційованого та персоналізованого підходів до проведення мотиваційних заходів для працівників;

– підвищення професійної компетентності суб'єктів управління щодо застосування найбільш ефективних механізмів мотивування працівників до підвищення продуктивності праці.

Окрім того, мотиваційний моніторинг сприяє поліпшенню:

– функцій управління персоналом, оскільки підвищується якість добору і розстановки працівників, організації підвищення їх кваліфікації, планування кар'єрного зростання, підкріплення зворотного зв'язку та міжособистісної комунікації;

– функцій управління якістю праці у процесі планування проєктних завдань і формування відповідних команд, визначення стандартів трудової діяльності, розроблення заходів щодо забезпечення якості праці;

– функцій вироблення й ухвалення управлінських рішень – мобілізація внутрішніх потенційних можливостей особистості; узгодження цілей розвитку організації та праці підлеглих, залучення їх до вибору засобів досягнення стратегічної мети та вирішення відповідних операційно-тактичних завдань;

– функцій контролю та оцінки якості праці працівників через дотримання принципів делегування повноважень і відповідальності, превентивної дії контролю; поєднання адміністративного контролю та самоконтролю, спільного контролю у структурних підрозділах організації, експертного оцінювання із самооцінкою результатів трудової діяльності працівників.

Таким чином, діагностична складова забезпечує суб'єктів управління комплексною інформацією, необхідною для підсилення мотиваційного потенціалу управління розвитком людського капіталу організації, що позитивно позначається на соціально-психологічному кліматі в колективі, рівні трудової активності персоналу, ціннісному смислі мотиваційно-потребнісної сфери особистості, де домінують соціальні мотиви і потреби. Тому для керівника важливо створити єдине ціннісно-мотиваційне середовище стратегічних змін, оскільки прийняття цих самих змін як цінностей організації є найголовнішою передумовою формування її конкурентноспроможності. Адже саме від розуміння кожним працівником, незалежно від ієрархічного рівня, змісту і характеру затребуваних змін залежить мотивація особистості до особистісно-професійного зростання, унаслідок чого виникає потреба в оновленні базових знань, накопиченні інноваційного досвіду, активній реалізації особистісного капіталу.

У свою чергу, діяльнісна складова дає розуміння характеру засобів, форм і методів управління розвитком людського капіталу організації на мотиваційній основі. У контексті цього нам імпонує класифікація видів мотивації працівників, здійснена А. Колотом і С. Цимбалюком, а саме:

– підкріплювальна (підсилювальна), або власне мотивування, що здійснюється під час використання суб'єктами управління різноманітних стимулів до праці;

– соціально-психологічна мотивація, підґрунтям якої є ціннісна ідея задоволення вищих потреб особистості, що передбачає використання таких методів впливу на працівників, як мотивування змістом роботи, участь у розробленні й ухваленні управлінських рішень, переконання, демонстрація власного прикладу тощо;

– примусова мотивація, яка передбачає використання суб'єктами управління методів адміністративного впливу, примусу, інших механізмів формальної влади [10, 21].

Використання зазначених видів мотивації складає змістове і технологічне тло управління розвитком людського капіталу, адже формування ціннісної мотиваційно-потребнісної сфери особистості відбувається саме через діяльність. Водночас мотиваційний потенціал управління збагачується новими можливостями, умовами, ресурсами, які власне і продукує, і забезпечує. Звідси, для мотиваційної діяльності суб'єктів управління характерні:

– соціальна спрямованість, оскільки управління розвитком людського капіталу – це соціальна функція задоволення людських потреб у саморозвитку, що на рівні організації забезпечує реалізацію стратегічних цілей її розвитку. Така діяльність вимагає передусім змін у стилі керівництва: взаємовідносини між керівництвом і працівниками повинні вибудовуватися в атмосфері довіри, взаєморозуміння, взаємопідтримки; на принципах колективної й індивідуальної участі, соціальної й особистісної відповідальності. Зміст управлінських дій спрямовується не стільки на економічні перетворення в діяльності організації, як на розвиток особистісно-професійних потенцій працівників, що й обумовлює якісні зміни в мотиваційно-потребнісній сфері особистості, які забезпечують успішне просування конкурентних переваг на зовнішньому ринку;

– індивідуальна (особистісна) спрямованість, адже трудовий колектив не є однорідним, до його структури входять групи людей, різні за статтю, віком, освітою, досвідом, що відображається в ціннісній мотиваційно-потребнісній сфері кожного працівника. У зв'язку з цим актуалізується питання збагачення мотиваційного потенціалу в частині дослідження й усвідомлення суб'єктами управління домінують мотивів і потреб підлеглих, спільного з ними розроблення мотиваційно-стимулюючих моделей трудової діяльності, які можуть спрямовуватися як на мотивування окремого працівника, так і групу осіб. Зміст управлінських дій зосереджується на задоволенні внутрішніх мотиваційних чинників особистості, пробудженні прихованих потенційних можливостей та залученні працівників до практичного втілення інноваційних змін.

Проте, оскільки ситуація змін, як правило, супроводжується певною невизначеністю умов [14], що перешкоджає формулюванню реальних цілей змін та узгодженню їх з метою трудової діяльності працівників, діяльнісна складова управління розвитком людського капіталу на мотиваційній основі передбачає забезпечення управлінського

консалтингу. Консалтинг (англ. consulting – консультування [1]) – це діяльність з консультування осіб, які потребують консультацій з широкого кола питань, як для професійної діяльності, так і для адаптації життєдіяльності в умовах невизначеності [13]. Як зазначає З. Рябова, метою консалтингу є допомога у формулюванні реальної мети діяльності, або в досягненні визначених цілей та розв’язанні поставлених завдань [14, 3]. У свою чергу Н. Попова вказує на те, що управлінський консалтинг спрямований на розв’язання проблем, пов’язаних з організацією управління складними системами в різних сферах діяльності організації, до яких відноситься й управління персоналом; однак, на відміну від суто управлінського процесу, допускає спільну роботу консультанта і клієнта [15, 13]. З огляду на такі наукові позиції, управлінський консалтинг у системі управління розвитком людського капіталу організації значно підсилює мотиваційний потенціал управління, оскільки забезпечує умови отримання як керівництвом, так і працівниками кваліфікованих консультацій щодо пошуку спільних шляхів розв’язання управлінських, або виробничих проблем, спрямованих на подолання небажаних тенденцій у трудовому колективі (наприклад, несприйняття та опір змінам); обґрунтування непопулярних, але необхідних управлінських рішень щодо впровадження змін у діяльність організації в цілому та менеджменті персоналу, зокрема.

Не менш важливою є інформаційно-комунікаційна складова, яка відтворює комунікаційний потенціал управління розвитком людського капіталу, що забезпечує постійне вдосконалення інформаційно-комунікаційних ресурсів взаємодії суб’єктів управління із внутрішнім і зовнішнім середовищем організації. У контексті цього важливим завданням керівника є створення інформаційного середовища організації (далі – ІСО), яке є не лише джерелом отримання, зберігання, обробки і передачі інформації, але і способом комунікації, що значно поліпшує спілкування. Важливо при розробленні структури і контенту ІСО враховувати його внутрішню і зовнішню складові, а також те, що для задоволення власних потреб працівник створює персональне інформаційне середовище. Зокрема, для того, щоб мотивувати персонал до активного користування ресурсами ІСО, доцільно виділяти в його структурі два сегменти, один із яких призначений для персоналу, інший – для користувачів. Визначення об’єктів внутрішнього ІСО залежить від форми організації інформації, встановленої інформаційною службою за погодженням із суб’єктами управління, зокрема: статутні документи, загальний інформаційний фонд, інформаційні експозиції, рекламна інформація. Зовнішнє ІСО містить вихідні потоки інформації, які, акумулюючи джерела внутрішнього ІСО, відображають результати діяльності організації. Це можуть бути звіти, інформація про продукцію або послуги, відомості про маркетингові заходи тощо. Головна роль зовнішнього ІСО забезпечувати прямий і зворотній зв’язок та реакцію інформаційних потоків на зовнішні фактори функціонування організації. Як зазначає О. Іванова, інформація, самостійно створена працівниками внаслідок маркетингових досліджень підвищує їх мотивацію щодо формування і підтримки виробничих відносин на основі спільної зацікавленості у просуванні організації на зовнішньому ринку [7]. Підготовка та залучення персоналу до створення інформаційних потоків підвищує корпоративну цінність ІСО, чим сприяє поширенню інформації, здатної системно впливати на розвиток мотиваційно-потребнісної сфери особистості. Тому перед керівництвом організації постає завдання забезпечити умови формування інформаційної культури персоналу, оскільки традиційні інтереси, цінності й звичні норми поведінки людини в інформаційному середовищі мають трансформуватися в нову корпоративну систему цінностей, професійних пріоритетів, роль яких у діяльності організації визначена мотивуючим впливом, який вони здатні здійснювати на трудову поведінку кожного працівника. Серед таких умов відзначаємо створення інформаційної служби організації та модернізацію її інформаційно-комунікаційної інфраструктури, забезпечення працівникам вільного доступу до ресурсів ІСО, структурування інформаційних потоків, встановлення регламенту обміну інформацією для своєчасного ухвалення управлінських рішень, стимулювання оперативної комунікаційної взаємодії виробників інформації та її споживачів.

Таким чином, у сукупності, визначені нами складові змісту управління, спрямованого на розвиток людського капіталу, по-перше, практично втілюють мотиваційний потенціал, по-друге, спонукають суб’єктів управління до його збагачення і модернізацію, що сприятиме повній трансформації всієї системи управління організацією відносно нових соціально-економічних умов господарювання.

### Висновки

1. За результатами проведеного дослідження визначено та науково обґрунтовано, що управління розвитком людського капіталу організації згідно з методологічними підходами адаптивного і мотиваційного менеджменту – це система узгодження взаємовпливів суб’єктів управління і персоналу на основі встановлення партнерських стосунків, інтерактивної взаємодії, самоуправління і самоорганізації шляхом вироблення та застосування гнучких мотиваційно-стимуляційних моделей трудової діяльності працівників з метою адаптації їхніх особистісно-професійних мотивів і потреб до управлінських вимог і встановленим організацією стандартам. Як наслідок, підвищується продуктивність праці працівників – якісна ознака розвитку людського капіталу та одна з умов досягнення стратегічних цілей розвитку організації.

2. Визначено, що основою управління розвитком людського капіталу організації є мотиваційний потенціал. Досліджено змістові компоненти цього поняття та їх базові значення – «мотиваційний» (психологічний стан людини та дія, спрямована на його якісну зміну; дія практичного втілення внутрішніх мотиваційних чинників

підвищення продуктивності праці на основі свідомого особистісного вибору певного типу трудової поведінки; сфера професійної діяльності, пов'язаної із питаннями професійного саморозвитку, підвищення кваліфікації; спонукання до об'єктивного самооцінювання змін у процесі практичного втілення внутрішніх мотиваційних чинників підвищення продуктивності праці) і «потенціал» (базисний, управлінський, комунікаційний).

3. Доведено, що мотиваційний ефект потенціалу управління розвитком людського капіталу організації криється у взаємоузгоджених і взаємообумовлених цілях професійного розвитку кожного працівника і трудового колективу в цілому та стратегічного розвитку організації. У свою чергу, потенціал розуміємо як технологічний ресурс мотивуючого і стимулюючого управлінського впливу на працівника у процесі його особистісно-професійного розвитку, необхідного для забезпечення високої продуктивності праці як необхідної умови формування конкурентноспроможності організації.

4. Окреслено й охарактеризовано зміст управлінської діяльності, спрямованої на розвиток людського капіталу, зокрема такі складові, як: структурно-функціональна, нормативно-правова, діагностична (мотиваційний моніторинг), діяльнісна та інформаційно-комунікаційна, які в сукупності практично втілюють мотиваційний потенціал та спонукають суб'єктів управління до його збагачення і модернізацію, що сприяє повній трансформації всієї системи управління організацією відносно нових соціально-економічних умов господарювання.

Перспектива подальших досліджень полягатиме в розробленні і науковому обґрунтуванні мотиваційно-стимулюючої моделі трудової діяльності працівників як засобу управління розвитком людського капіталу організації.

### Список використаної літератури

1. Англо-український словник з бізнесу / за ред. Н. М. Семко ; уклад. : Н. М. Семко, Л. Й. Бондарчук, Л. Я. Гошко. Л. : Оріяна-Нова, 2006. 318 с.
2. Артеменко Л. Людський капітал: наукові підходи та стан формування в Україні. *Інституційний репозитарій ХНТУ імені Івана Пулюя*. [Електронний ресурс]. URL: [http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/20469/4/Stattja\\_%28ljud\\_k\\_%29.pdf](http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/20469/4/Stattja_%28ljud_k_%29.pdf)
3. Великий тлумачний словник сучасної української мови / уклад. і гол. ред. В. Т. Бусел. К.; – Ірпінь: ВТФ «Перун», 2001. 1440 с.
4. Верхоглядова Н.І., Іваннікова Н.А., Лаврінченко О.В. Управління трудовим потенціалом підприємств: монографія. Дніпропетровськ: Пороги. 2007. 284 с.
5. Єльнікова Г. Технологія адаптивного управління персоналом організації. *Науковий вісник Інституту професійно-технічної освіти НАПН України. Професійна педагогіка*. 2011. № 1. С. 8-14.
6. Журавльова І.В., Кудлай А.В. Управління людським капіталом підприємства: наук. вид. Харків: Вид-во ХНЕУ, 2004. 284 с.
7. Іванова О. М. Характеристика та класифікація інформаційних потоків підприємств. *Інвестиції: практика та досвід*. 2016. № 13. С. 18-22.
8. Каменська О. О. Концепція управління людським капіталом промислового підприємства в умовах інноваційного розвитку. *Економічний вісник Донбасу*. 2016. № 3(45). С. 225-229.
9. Климко С.Г., Пригода В.М., Сизоненко В.О. Людський капітал: світовий досвід і Україна. К.: Основа. 2006. 224 с.
10. Колот, А. М. Мотиваційний менеджмент : підручник / А. М. Колот, С. О. Цимбалюк. К. : КНЕУ, 2014. 479 с.
11. Кубатко О.В., Пронікова Ж.С. Інвестування в людський капітал як фактор зростання конкурентоспроможності підприємства. *Механізм регулювання економіки*. 2013. № 3. С. 92-99.
12. Москаленко В.О. HR показники – інструмент вдосконалення системи оцінки персоналом. *Агросвіт*. 2010. № 19. С. 45-47.
13. Педагогічний консалтинг: навч. посіб. / Т. А. Борова, З. В. Рябова, Г. Ю. Кравченко, О. О. Почуєва. Луцьк; Терен. 2019. 324 с.
14. Рябова, З. Consulting in educational institutions in conditions of uncertainty. *Adaptive Management: Theory and Practice. Series Pedagogics*, 13(25). Retrieved from <https://amtp.org.ua/index.php/journal/article/view/500>
15. Управлінський консалтинг : навчальний посібник / Н. В. Попова, К. Д. Гурова ; 2-ге вид. Харків : Видавництво «ВДЕЛЕ», 2016. 306 с.
16. Цимбаленко Н. В. Формування моделі управління людським капіталом підприємства. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Проблеми економіки та управління*. 2010. № 684. С. 301-305.

### References

1. Semko N. M. (ed.) (2006) *Anhlo-ukrainskyi slovnyk z biznesu*. L.: Oriiana-Nova, 318 s.
2. Artemenko L. *Liudskyi kapital: naukovyi pidkhydy ta stan formuvannia v Ukraini. Instytutsiinyi repozytarii TNTU imeni Ivana Puliuia*. URL: [http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/20469/4/Stattja\\_%28ljud\\_k\\_%29.pdf](http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/20469/4/Stattja_%28ljud_k_%29.pdf)
3. Busel V. T. (ed.) (2001) *Velykyi tлумachnyi slovnyk suchasnoi ukrainskoi movy*. K.; Irpin: VTF «Perun», 1440 s.

4. Verkhohliadova N.I., Ivannikova N.A., Lavrinchenko O.V. (2007) Upravlinnia trudovym potentsialom pidpriemstv: monohrafiia. Dnipropetrovsk: Porohy. 284 s.
5. Yelnykova H. (2011) Tekhnolohiia adaptyvnoho upravlinnia personalom orhanizatsii. Naukovyi visnyk Instytutu profesiino-tekhnichnoi osvity NAPN Ukrainy. Profesiina pedahohika. № 1. S. 8-14.
6. Zhuravlova I.V., Kudlai A.V. (2004) Upravlinnia liudskym kapitalom pidpriemstva: nauk. vyd. Kharkiv: Vyd-vo KhNEU, 284 s.
7. Ivanova O. M. (2016) Kharakterystyka ta klasyfikatsiia informatsiinykh potokiv pidpriemstv. Investytsii: praktyka ta dosvid. № 13. S. 18-22.
8. Kamenska O. O. (2016) Kontsepsiia upravlinnia liudskym kapitalom promyslovoho pidpriemstva v umovakh innovatsiinoho rozvytku. Ekonomichnyi visnyk Donbasu. № 3(45). S. 225-229.
9. Klymko S.H., Pryhoda V.M., Syzonenko V.O. (2006) Liudskyi kapital: svitovy dosvid i Ukraina. K.: Osnova. 224 s.
10. Kolot, A. M. (2014) Motyvatsiinyi menedzhment: pidruchnyk / A. M. Kolot, S. O. Tymbaliuk. K.: KNEU, 479 s.
11. Kubatko O.V., Pronikova Zh.S. (2013) Investuvannia v liudskyi kapital yak faktor zrostanni konkurentospromozhnosti pidpriemstva. Mekhanizm rehuliuвання ekonomiky. № 3. S. 92-99.
12. Moskalenko V.O. (2010) HR pokaznyky – instrument vdoskonalennia systemy otsinky personalom. Ahrosvit. № 19. S. 45-47.
13. Borova T.A., Riabova Z.V., Kravchenko H.Yu., Pochuieva O.O. (ed.) (2019) Pedahohichni konsaltni: navch. posib. Lutsk; Teren. 324 s.
14. Riabova, Z. Consulting in educational institutions in conditions of uncertainty. Adaptive Management: Theory and Practice. Series Pedagogics, 13(25). Retrieved from <https://amtp.org.ua/index.php/journal/article/view/500>
15. Popova N. V., Hurova K. D. (ed.) (2016) Upravlinskyi konsaltni : navchalnyi posibnyk; 2-he vyd. Kharkiv: Vydavnytstvo «VDELE». 306 s.
16. Tymbalenko N. V. (2010) Formuvannia modeli upravlinnia liudskym kapitalom pidpriemstva. Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika». Problemy ekonomiky ta upravlinnia. № 684. S. 301-305.

**О. В. ПОЛОВЦЕВ**

доктор наук з державного управління, професор,  
професор кафедри державного управління і місцевого самоврядування  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-4736-6133

**А. В. ГОЛОВА**

студентка магістратури  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-0258-9432

**Д. Л. ДУБІН**

заступник головного енергетика  
ПП «НОРДІК БУД»  
ORCID: 0000-0001-9112-804X

## РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ СУСПІЛЬНО-ПОЛІТИЧНИХ УМОВ ПРОЦЕСУ ТРАНСФОРМАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ЗМІСТУ ДІЯЛЬНОСТІ ПУБЛІЧНОЇ ВЛАДИ

*Стаття присвячена дослідженню суспільно-політичних умов процесу трансформації функціонального змісту діяльності публічної влади. В роботі проведено ретроспективний аналіз суспільно-політичних умов процесу трансформації функціонального змісту діяльності публічної влади України. Виокремлено основні системні проблеми організаційно-функціонального змісту діяльності публічної влади в Україні. Проаналізовано вплив даної проблематики на якість публічного управління та адміністрування і формування ефективних суспільно-політичних відносин в країні. Сформовано чітке розуміння «поля» проблематики в діяльності суб'єктів публічного управління та адміністрування, що дозволяє сформулювати в подальшому цільові орієнтири для якісних та кількісних змін як в їх організаційних структурах, так і у функціональному змісті діяльності, визначити достатність та необхідність ресурсної бази для проведення трансформації, спроєктувати алгоритми реалізації визначених завдань та в цілому забезпечити якісне використання системного підходу до розв'язання визначеної проблематики.*

*Досліджено основні аспекти актуалізації процесів пошуку оптимальної організаційно-функціональної моделі діяльності суб'єктів публічного управління та адміністрування в Україні. Обґрунтовано висновок щодо необхідності наукового пошуку нової організаційно-функціональної моделі діяльності публічної влади, що ставить завдання розробки подібної моделі, її навчання, адаптації та втілення у практичну діяльність публічної влади в Україні.*

*Подальші дослідження рекомендовано спрямувати на науковий пошук та розробку нової організаційно-функціональної моделі діяльності суб'єктів публічного управління та адміністрування. Сформовано технічні завдання розробки моделі, її навчання та втілення у практичне використання органів публічної влади.*

**Ключові слова:** публічне управління та адміністрування, публічна влада, суб'єкти публічного адміністрування, організаційно-функціональна модель діяльності публічної влади.

**O. V. POLOVTSEV**

Doctor of Public Administration, Professor,  
Professor at the Department of Public Administration  
and Local Self-Government  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0003-4736-6133

**A. V. GOLOVA**

Master's Student  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-0258-9432

**D. L. DUBIN**

Deputy Chief Energy Officer  
“NORDIC BUILD” LCC  
ORCID: 0000-0001-9112-804X

## RETROSPECTIVE ANALYSIS OF SOCIO-POLITICAL CONDITIONS OF THE PROCESS OF TRANSFORMATION OF THE FUNCTIONAL CONTENT OF PUBLIC AUTHORITY ACTIVITIES

*The article is devoted to the study of the social and political conditions of the process of transformation of the functional content of the activity of public authorities. In the work, a retrospective analysis of the socio-political conditions of the process of transformation of the functional content of the activity of the public authorities of Ukraine was carried out. The main systemic problems of the organizational and functional content of the activity of public authorities in Ukraine are singled out. The impact of this problem on the quality of public management and administration and the formation of effective social and political relations in the country is analyzed. A clear understanding of the «field» of issues in the activities of public management and administration subjects has been formed, which allows to formulate further target guidelines for qualitative and quantitative changes both in their organizational structures and in the functional content of activities, to determine the sufficiency and necessity of the resource base for carrying out transformations, design algorithms for the implementation of specified tasks and, in general, ensure the high-quality use of a systematic approach to solving specified problems.*

*The main aspects of the actualization of the processes of searching for the optimal organizational and functional model of the activity of subjects in public management and administration in Ukraine have been studied. The conclusion regarding the necessity of a scientific search for a new organizational and functional model of the activity of public authorities is substantiated, which sets the task of developing such a model, its training, adaptation and implementation in the practical activity of public authorities in Ukraine.*

*Further research is recommended to be directed to scientific research and development of a new organizational and functional model of activity of subjects of public management and administration. The technical tasks of developing the model, its training and its implementation in the practical use of public authorities have been formed.*

**Key words:** public management and administration, public power, subjects of public administration, organizational and functional model of public power activity.

### Постановка проблеми

Зміна ситуації у світі, як зовнішні виклики, змінює та коригує завдання, які вирішуються на рівні всіх систем публічного управління. Сьогодні на «полі» громадського управління та суспільно-політичних комунікацій повсюдно з'являються нові «центри влади»: недержавні громадські організації, громадські рухи, активісти, «міжнародні управління» зі світовими стандартами публічного управління. Ці «центри» починають впливати суспільно-політичне життя, намагаючись керувати соціальним потенціалом нашого суспільства. Це породжує нові виклики щодо соціальних та владних технологій, що використовуються суб'єктами публічного адміністрування, особливо на місцевому рівні, та ефективного управління, так званим, «ринком суспільної довіри», підтримки та симпатій. Суб'єкти публічного адміністрування повинні вміти продукувати та просувати ефективні соціальні пропозиції: стратегії, програми та проекти розвитку, перемішувати соціальні ресурси та зусилля у необхідних для країни напрямках. Це змушує публічну владу своєчасно та змістовно змінювати техніки та технології здійснення влади та адаптувати систему діяльності суб'єктів публічного адміністрування під зовнішні виклики та внутрішні зміни. Особливістю даного процесу є те, що усі процеси, пов'язані з трансформацією систем управління суб'єктів публічного адміністрування, мають йти паралельно з його поточною діяльністю, жодною мірою не впливати на зниження якості існуючих управлінських послуг протягом усього періоду трансформації організаційно-функціонального змісту діяльності публічної влади.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблема покращення роботи публічної влади в багатьох випадках зводиться до «косметичних» змін, що не змінюють організаційно-функціональну систему певного суб'єкту публічного управління та адміністрування і, в цілому, не призводять до корінного системного оновлення публічної влади в країні. «Точкові» зміни не призводять до системних зрушень і змін. Поза увагою залишається удосконалення та системна модернізація організаційних структур, процесів прийняття рішень і функціонального управління в органах публічної влади.

Дослідження світового та українського досвіду виявляє, що особливістю визначеного напрямку і тематики також є те, що вона знаходиться на перехресті політичних і публічно-управлінських наук, що породжує проблеми досконалого наукового пошуку і дослідження проблематики. Актуальність і недостатнє дослідження даної проблеми обумовлює необхідність проведення ретельного ретроспективного аналізу суспільно-політичних умов процесів трансформації змісту діяльності публічної влади, чіткого виокремлення проблематики організаційно-функціонального середовища діяльності публічної влади та теоретико-методологічного обґрунтування засобів розв'язання задач публічного управління та адміністрування, які б давали можливість проектувати максимально ефективну траєкторію діяльності суб'єкта публічного управління та адміністрування із врахуванням наявних ризиків і невизначеностей.

### Формулювання мети дослідження

Метою роботи є ретроспективний аналіз суспільно-політичних умов процесу трансформації функціонального змісту діяльності публічної влади та дослідження основних аспектів актуалізації процесів пошуку оптимальної організаційно-функціональної моделі діяльності суб'єктів публічного адміністрування в Україні.

**Викладення основного матеріалу дослідження**

На слухну думку професора О. Рогача ключовою ознакою суб'єкта публічного адміністрування є діяльнісний принцип – здійснення публічного адміністрування. Його основу становлять органи, для яких адміністрування є основним видом діяльності, – органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування. Незважаючи на широку розрізненість суб'єктів публічного адміністрування, усім їм притаманні спільні ознаки, які дозволяють їх диференціювати як такі. Ці ознаки зумовлені спільним функціональним видом діяльності – здійсненням публічного адміністрування. Отже, суб'єкт публічного адміністрування – це суб'єкт владних повноважень, який здійснює публічне адміністрування: надає адміністративні послуги чи виконавчо-розпорядчу адміністративну діяльність.

Термін «публічне управління» вперше використав англійський державний службовець Десмонд Кілінг у 1972 р. [1]. «Публічне управління – це пошук у найкращий спосіб використання ресурсів задля досягнення пріоритетних цілей державної політики» (визначення Д. Кілінга). Публічне адміністрування – це регламентована законами та іншими нормативно-правовими актами діяльність суб'єктів публічного управління, спрямована на реалізацію законів та інших нормативно-правових актів шляхом прийняття адміністративних рішень та надання яких адміністративних послуг.

Публічне управління та адміністрування є унікальною системою зі своєю, притаманною тільки їй, структурою та функціями. Набір елементів системи публічного управління та адміністрування – своєрідний «ДНК» системи, що дозволяє їй виконувати покладені на неї суспільством завдання – спрямовувати соціальні ресурси та капітал в необхідних для розвитку суспільства та країни напрямках. Код «ДНК» «зашифтований» в зміст елементарної структури, що створює унікальність системи публічного управління та адміністрування. Власне, сама ж унікальність структури публічного управління та адміністрування проявляється в зовнішньому середовищі через відносини з іншими. В своїй структурі система містить елементи створення керуючих сигналів (законодавчих актів, стратегій, програм, проєктів, ін.), елементи соціальної адаптації та «вживлення» цих сигналів у суспільство, елементи втілення/реалізації, моніторингу, контролю і т.ін. Якщо, раптом, код «ДНК» буде порушено, змінено в будь-який спосіб елементарну структуру системи, – це призведе до втрати системою її унікальності і спроможності виконувати свої функціональні завдання [2].

З отриманням незалежності Україна стає учасником багатопольярного світу. З середини 90-х років ХХ сторіччя кардинально змінюються зовнішні умови функціонування системи публічної влади. Зміна ситуації у світі, як зовнішні виклики, змінює та коригує завдання, які вирішуються на всіх рівнях системи публічного управління та адміністрування. Цей процес для країни стає постійним і незворотнім.

Одночасно з виникненням ринкових відносин у різних галузях суспільного життя можна говорити про виникнення ринку суспільної довіри та підтримки, та поступове зникнення тоталітарних привілеїв для суб'єктів суспільних пропозицій. В цей же час в країні починає народжуватись новий світ соціальних та владних технологій, що породжує нові виклики для системи публічного управління та адміністрування. Цей новий світ засвідчив чітко і жорстко зміну привілейованості існування системи публічного управління та адміністрування по відношенню до інших соціальних систем. З цього часу відбувається виникнення багатопольярного світу центрів генерування керуючих сигналів для української соціальної системи.

На «полі» громадського управління та суспільно-політичних комунікацій повсюдно з'являються нові «центри влади»: недержавні громадські організації, громадські рухи, активісти, «міжнародні управлінці» зі світовими стандартами публічного управління. Ці «центри» починають впливати суспільно-політичне життя, намагаючись керувати соціальним потенціалом нашого суспільства [3].

Виникнення ринку суспільних пропозицій створило нові умови конкурентної боротьби за мізки, довіру, прихильність та підтримку громадян серед суб'єктів соціальних ініціатив та впливів, до яких належить і публічна влада. Це породжує нові виклики щодо соціальних та владних технологій, що використовуються суб'єктами публічного управління та адміністрування й ефективного управління, так званим, «ринком суспільної довіри», підтримки та симпатій.

Для системи публічного управління та адміністрування це був тест на спроможність продукувати та просувати ефективні соціальні пропозиції: стратегії, програми та проєкти розвитку, переміщувати соціальні ресурси та зусилля в необхідні напрями. За цих викликів мали б своєчасно і терміново змінитись техніки та технології здійснення влади, а сама система публічного управління та адміністрування адаптуватись під зовнішні зміни [5].

Але українська система публічної влади, за старої радянської традиції, продовжувала спиратись на псевдопривілеї існування в державі і своєчасно не відчула, що вже не має привілеїв на суспільне сприйняття та підтримку (покору людей за замовчуванням). Представники системи публічної влади не зрозуміли своєчасно, що і вони, і інші «гравці» на полі суспільних пропозицій існують в одному і тому ж просторі – ринку суспільних комунікацій/пропозицій, де «покупець» суспільних перспектив – громадянин, виборець, як і в умовах звичайного ринку, вже має вибір (можна поставити питання про свідомість цього вибору, але його існування є беззаперечною реальністю).

Публічна влада не відчула, що кардинально змінився устрій системи влади в суспільстві: з'явилися нові центри влади з швидко оновлюваними цінностями (демократія, рівність, протидія корупції, участь у місцевому управлінні, ін.). Ці центри влади почали впливати на суспільне життя, переміщуючи соціальні зусилля в нові площини. Нові центри влади ефективно використовували сучасні владні технології на основі продукування і просування короткострокових «сигналів-цінностей» – ідей, меседжів, гасел, формуючи ситуаційні симпатії.

Публічна влада не зрозуміла, що «поле» конкуренції змінюється від індустріальних технологій і матеріальних цінностей до нематеріальних – управління змістами, стандартами, соціальних технологій, технології ЗМІ, технології здійснення влади, рекламних технологій.

Не вловлено момент переходу до іншого змісту діяльності, коли правильно побудована композиція влади, працездатні еліти, народ, який бачить перспективу, масштабні власні проекти, самовизначення влади як самодостатнього конкурента дає приріст ВВП «автоматично», тобто матеріальне стає звичайною похідною від якісного використання нових технологій здійснення влади.

Але публічна влада концентрацію уваги здійснювала на другорядних складових (поточна зарплатня, пенсії, інвестиції, економіка), продовжуючи, за звичкою, покладатися на поступово зникаючі переваги сформовані за радянських часів: ототожнення з державою і тоталітарною привілейованістю.

Українська система публічного управління та адміністрування поступово втрачала спроможність і можливість просто, легко і доступно пояснити своїм громадянам що, як і коли вона робить і, власне, хто за це несе персональну відповідальність. Іноді, в практичній реальності, представники влади самі собі навіть не можуть пояснити логіку певних дій (появи програм, принципи розподілу ресурсів, тощо). Причиною тому є техніки реалізації влади: старі – не працюють, нові – не освоюються.

Як наслідок, діюча публічна влада не змогла утриматись в своїй ніші – роботі з народом (населенням), продукуванні і просуванні стратегій, програм, проєктів та втратила свою основну цінність, що визначала її як владу – спроможність об'єднувати та переміщувати соціальний капітал та соціальні зусилля в необхідних для суспільства і країни напрямках.

Вирок існуючій системі публічного управління та адміністрування мешканець/виборець підписав в той час, коли почав пов'язувати своє майбутнє не з стратегіями, програмами, проєктами, які мала б генерувати, пояснювати та просувати у громадському просторі публічна влада, а з яскравими, вибуховими, сегментоорієнтованими маркетинговими передвиборчими політичними обіцянками нових «гравців» ринку суспільної довіри та підтримки.

Але така ситуація має багато прихованих проблем. Усі, хто йдуть до влади в період виборчої кампанії, швидко і гарно «вирішують» проблеми мешканців в конкурентній боротьбі за голоси. Політичний маркетинг, в більшості випадків, має короткострокові тренди: місяць, два, максимум пів року. Політтехнологи проводять виборчі кампанії не замислюючись в більшості про те, як і ким будуть реалізовані вигадані ними політичні обіцянки – брак досвіду публічного управління та адміністрування, відсутність таких завдань від «замовників»: їх завдання – кількість голосів або банальний виграш «замовника».

Але парадокс у тому, що приймаючи за умовчанням, або дозволяючи існування рекламно-страхотливо-рятуючих меседжів політтехнологічних кампаній, система публічної влади в подальшому, після підтримки і суспільного схвалення таких пропозицій – виграшу певного кандидата до влади, є відповідальною за їх реалізацію. Тобто, в подальшому, система публічної влади, яка нічого нікому не обіцяла, не занурюючись в якість і зміст соціальних пропозицій під час виборчих кампаній, (так як до такого апріорі не готова) повинна вирішувати (організовувати втілення у життя) «нарізані» політичним маркетингом (політтехнологами) завдання. Іноді, зіштовхуючись в цій ситуації з тим, що за існуючими регламентом, процедурами і змістом своєї діяльності виконати зміст рекламних пропозицій виборчих кампаній вона в більшості випадків не спроможна.

Але система публічної влади вдавала, що не бачить загроз у зростаючому суспільному сприйнятті, популярності та шаленій фінансовій підтримці проактивного суспільно-сегментованого політичного маркетингу.

Можна констатувати, що система публічного управління та адміністрування на певному етапі вщент і безнадійно прогнала боротьбу за «мізки», віру, суспільні прихильність, довіру, підтримку і симпатії громадян. Це переконливо доводять кардинальні розвороти суспільної прихильності після кожних виборів. Це був системний прогаш публічного управління та адміністрування, що показав неефективність існуючих владних технологій, неспроможність керувати суспільним капіталом (створювати зони можливостей), втрату суспільної «привабливості» українською публічною владою. Публічне управління та адміністрування в Україні втратило статус безумовної соціальної довірчої системи.

Наслідком цього стала алогічна зміна вагового балансу «центрів влади» всередині суспільної соціальної системи. Домінуючими стали «вільні» від суспільної відповідальності центри формування і переміщення соціальних симпатій та зусиль. Змістовне, стратегічно цілеспрямоване управління соціальною суспільною системою – відсутнє.

Все це свідчить про порушення логічності суспільного управління. Останнім часом в Україні зміст та напрями майбутнього суспільного розвитку визначають ситуаційні (короткострокові) соціальні симпатії (на основі гасел, рекламних меседжів), а не владні технології (проєкти освоєння, відтворення життя).

Фактично можна говорити про розбалансованість системи публічного управління та адміністрування, що проявляється у:

- порушенні її стійкості;
- конфлікті сучасності з застарілою архаїчною моделлю влади;
- пошуку нової моделі системи влади.

Ця розбалансованість системи публічного управління відбивається системним розривом на регіональному і місцевому рівнях – можемо говорити про організаційно-функціональну «атрофію»: невідповідність вимогам сучасності існуючої системи публічного управління та адміністрування.

С точки зору організаційно-функціонального змісту діяльності публічної влади можна говорити про наступний перелік проблем, що потребують наукового осмислення та системного розв'язання:

1. Організаційні структури суб'єктів управління публічного управління та адміністрування не повною мірою відповідають завданням, що стоять перед ними:

— в організаційних структурах суб'єктів публічного управління та адміністрування відсутні підрозділи, завдання яких є вирішення питань, пов'язаних з розробкою та реалізацією суспільно-політичних, стратегічних та кризових проєктів, що є важливим викликом часу;

— відсутні підрозділи, до компетенції яких входив би комплексний аналіз ситуації на території, оцінка її стану в щотижневому тренді за широким спектром напрямків, розробка економічних та суспільно-політичних прогнозів та моделювання суспільно-політичних ситуацій з точки зору стану соціальної напруженості;

— немає підрозділів, які впроваджують якісні зміни у функціональну діяльність суб'єктів публічного управління та адміністрування, відповідаючи на зовнішні виклики своєчасними якісними та кількісними внутрішніми змінами.

2. Неякісно організована робота структурних підрозділів суб'єктів публічного управління та адміністрування – невідповідність діяльності суб'єктів публічного управління та адміністрування найкращим світовим практикам організації діяльності публічної влади. У системі діяльності суб'єктів публічного управління та адміністрування, в цілому та окремо взятих структурних підрозділах, не застосовуються та не виконуються стандарти системного та високопрофесійного забезпечення управлінської діяльності, що не дозволяє забезпечити належну якість управлінських послуг. Відсутність даних стандартів не дозволяє, в більшості випадків, виконувати функції та завдання, що стоять перед суб'єктами публічного управління та адміністрування, у найкоротші чи встановлені терміни, за умови найкращого використання ресурсів: фінансових, кадрових, матеріальних, інформаційних та інших.

3. Неефективна система роботи суб'єктів публічного управління та адміністрування. Структурні підрозділи суб'єктів публічного управління та адміністрування, в більшості випадків, не керуються при розробці програм та вирішенні проблем соціально-економічного розвитку території кількісними даними («розривами») між нормативними та існуючими показниками забезпечення життєдіяльності мешканців територій. В поточній діяльності відсутнє розуміння, з яких показників на початку року «стартує» робота відповідного структурного підрозділу суб'єкта публічного управління та адміністрування, як ці показники змінюються та якою є ефективність вкладених коштів для проведення цих змін. Це породжує суб'єктивність у розподілі бюджетних коштів на етапі планування, конфліктні ситуації при затвердженні бюджетів, нерозуміння суспільством підстав для вибору пріоритетів розвитку та відсутність можливості об'єктивно оцінити роботу структурних підрозділів і суб'єкта публічного управління та адміністрування в цілому.

4. У представників суспільства відсутнє розуміння того: що, як і в які терміни, суб'єкти публічного управління та адміністрування мають намір робити для відповідної території та її мешканців. В публічній площині відсутні динамічні плани діяльності структурних підрозділів суб'єктів публічного управління та адміністрування і дані системного моніторингу й бенчмаркетингової оцінки результативності і ефективності відповідної діяльності публічної влади

5. В системі нормативних документів, що регламентують функціонування структурних підрозділів та діяльність посадових осіб суб'єктів публічного управління та адміністрування (Положення про департаменти, управління, відділи, посадові інструкції), існують розбіжності та різночитання. Ця проблема породжує «втрату» низки завдань (чи їх різночитання), що загалом негативно впливає якість управління та результативність управлінських процесів.

6. Існуюча, у ряді випадків, професійна невідповідність працівників структурних підрозділів суб'єктів публічного управління та адміністрування вимогам посадових інструкцій, тобто невідповідність персональних властивостей службовців функціональному змісту їх управлінської діяльності на різних рівнях, що породжує низьку якість управлінської діяльності і, відповідно, результатів.

7. Суспільні маркери свідчать про наявність стійкої громадської думки про відсутність системної інформаційної діяльності суб'єктів публічного управління та адміністрування щодо надання представникам суспільства публічної інформації про власну діяльність. Діяльність суб'єктів публічного управління та адміністрування не

висвітлюється достатньою мірою в публічному «полі». Система оф- та онлайн інформування представників суспільства не відповідає їх запитам на повноту інформації та об'єктивним потребам організації життєдіяльності території.

8. Мешканці територіальних громад байдуже ставляться до спроб публічної влади залучити їх до активних процесів самоорганізації та змін.

9. Суб'єкти, що впливають на розвиток та управління територією (виконавча влада, суб'єкти місцевого самоврядування та суб'єкти делегованих повноважень) не мають спільної платформи для взаємодії та форм об'єднання зусиль у розвитку територіальних громад [6].

#### Висновки

Чітке розуміння «поля» проблематики в діяльності суб'єктів публічного управління та адміністрування дозволяє сформулювати в подальшому цільові орієнтири для якісних та кількісних змін як в їх організаційних структурах, так і у функціональному змісті діяльності, визначити достатність та необхідність ресурсної бази для проведення трансформацій, спроектувати алгоритми реалізації визначених завдань та в цілому забезпечити якісне використання системного підходу до розв'язання визначеної проблематики.

В подальшому це породжує проблему наукового пошуку нової організаційно-функціональної моделі діяльності суб'єктів публічного управління та адміністрування. Це ставить технічні завдання розробки моделі, її навчання та втілення у практичне використання. Виходячи з концептуальних завдань такої моделі можна говорити про те, що в рамках пропонованої нової моделі суб'єкти публічного управління та адміністрування повинні вміти продукувати та просувати ефективні соціальні пропозиції: стратегії, програми та проекти розвитку, переміщувати соціальні ресурси та зусилля у необхідних для територій і країни напрямках. Це змушує їх бути відповідним викликам часу і своєчасно та змістовно змінювати техніки та технології здійснення влади та адаптувати систему діяльності суб'єктів публічного управління та адміністрування під зовнішні виклики та внутрішні зміни.

#### Список використаної літератури

1. Keeling D. Management in Government / D. Keeling (1972), London: Allen & Unwin.
2. Половцев О.В. Системний підхід до прийняття рішень в державному управлінні: монографія / Половцев О.В., [монографія] GlobeEdit Dodo Books Indian Ocean Ltd. member of the OmniScriptum S.R.L Publishing groupe, 2021 р., 207 стор., ISBN 978-620-0-62602-8/
3. Інституціоналізація публічного управління в Україні: стан проблем та перспективи розвитку: монографія / за заг. ред. С. К. Хаджирадєвої ; С. К. Хаджирадєва, В. О. Гусев, А. П. Рачинський, О. В. Половцев [та ін.] ; Нац. акад. держ. упр. при Президентів України. Київ : НАДУ, 2018. 247 с.
4. Бигар Є.А., Линецький М.В. «Добре врядування» як дієвий інструмент демократизації публічного управління та запобігання корупції: підходи і алгоритми впровадження на місцевому рівні. Наукові перспективи: журнал. 2022. № 1(19) 2022. С. 33-42. DOI: [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2022-1\(19\)-33-42](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2022-1(19)-33-42)
5. Половцев О.В. Віремейчик А.М., Линецький М. В. Сучасна проблематика процесів трансформації організаційно-функціонального змісту діяльності суб'єктів публічного адміністрування. Державна політика щодо місцевого самоврядування: стан, проблеми та перспективи: збірник матеріалів 13-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції / за наук. ред. проф. О. В. Чепелюк, І. П. Лопушинського, Р. М. Плюща. Хмельницький: ХНТУ. 2022. С. 116-119.

#### References

1. Keeling D. Management in Government / D. Keeling (1972), London: Allen & Unwin.
2. Polovtsev O.V. (2021) Systemnyy pidkhhid do pryynyattya rishen' v derzhavnomu upravlinni: monohrafiya/ Polovtsev O.V., [monohrafiya] GlobeEdit Dodo Books Indian Ocean Ltd. member of the OmniScriptum S.R.L Publishing groupe, 207 stor., ISBN 978-620-0-62602-8/
3. Khadzhyradyeva S. K., Khadzhyradyeva S. K., Husyev V. O., Rachyns'kyu A. P., Polovtsev O. V. (ed.) (2018) Instyuttsionalizatsiya publichnoho upravlinnya v Ukraini: stan problem ta perspektyvy rozvytku: monohrafiya; Nats. akad. derzh. upr. pry Prezydentovi Ukrainy. Kyiv : NADU, 247 s.
4. Byhar YE.A., Linets'kyu M.V. (2022) «Dobre vryaduvannya» yak diyevyy instrument demokratyzatsiyi publichnoho upravlinnya ta zapobihannya koruptsiyi: pidkhhody i alhorytmy vprovadzhennya na mistsevomu rivni. Naukovi perspektyvy: zhurnal. № 1(19). S. 33-42. DOI: [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2022-1\(19\)-33-42](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2022-1(19)-33-42)
5. Polovtsev O.V. Viremeychyk A.M., Lynets'kyu M. V. (2022) Suchasna problematyka protsesiv transformatsiyi orhanizatsiyno-funktsional'noho zmistu diyal'nosti sub'yektiv publichnoho administruvannya. Derzhavna polityka shchodo mistsevoho samovryaduvannya: stan, problemy ta perspektyvy: zbirnyk materialiv 13-yi vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi / za nauk. red. prof. O. V. Chepelyuk, I. P. Lopushyns'koho, R. M. Plyushcha. Khmel'nyts'kyu: KHNTU. S. 116-119.

О. В. ПРОНІНА

кандидат наук з державного управління, доцент,  
доцент кафедри державного управління і місцевого самоврядування  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-4894-1825

О. В. СЕМЕНКО

аспірант кафедри державного управління і місцевого самоврядування  
Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-4138-8112

## СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МІСЦЕВОМУ САМОВРЯДУВАННІ ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ

*У статті розкрито сучасні тенденції розвитку інформаційно-комунікаційних технологій у місцевому самоврядуванні. Визначено, що реформа децентралізації влади позитивно вплинула на формування нових підходів у взаємовідносинах держави з громадськістю, дозволила змінити підхід, який попередньо існував в українській системі місцевого самоврядування, тоді як розвиток інформаційних технологій та їх впровадження в сфері публічного управління дозволили зробити максимально зручним та доступним до державних послуг. Це надало можливості наблизити місцеву владу та самоврядування до громадянського суспільства, створивши перманентну можливість цифрового діалогу між ними. Військова агресія Росії проти України довела, що існує проблема недостатньої кількості кваліфікованих кадрів в місцевому самоврядуванні (особливо віддалених та малих населених пунктів) та недостатнє забезпечення матеріально-технічної бази для налагодження доступу до відповідних технологій, а також нестаток досвіду налагодження роботи в нових умовах. Доведено, що необхідно шукати нові підходи до підвищення результативності та ефективності діяльності органів публічного управління на основі найкращих методів та стандартів публічного управління, які мають міжнародне визнання як інструменти якісного та виваженого управління процесами розвитку, що протікають на рівні міста. Необхідно обов'язково врахувати під час відновлення міст, які були зруйновані або пошкоджені необхідно забезпечити створення та розвиток комфортних умов для проживання міст, здатних забезпечувати своїх мешканців всіма необхідними їм послугами та благами. Найголовніше в наші часи гарантувати безпеку та прямувати до сталого розвитку через постійну модернізацію систем управління містом на основі вимог міжнародних стандартів і передових засад міжнародного досвіду, враховуючи фінансову допомогу міжнародних організацій.*

**Ключові слова:** *міське самоврядування, децентралізація, інформаційно-комунікативні технології, територіальна громада.*

O. V. PRONINA

Candidate of Public Administration, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Public Administration  
and Local Self-Government  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-4894-1825

O. V. SEMENKO

Postgraduate Student at the Department of Public Administration  
and Local Self-Government  
Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0003-4138-8112

## CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN LOCAL GOVERNMENT DURING MILITARY AGGRESSION

*The article reveals modern trends in the development of information and communication technologies in local self-government. It was determined that the reform of the decentralization of power had a positive effect on the formation of new approaches in the relations between the state and the public, allowed to change the approach that previously existed in the Ukrainian system of local self-government, while the development of information technologies and their implementation in the field of public administration made it possible to make the most convenient and accessible to public services. This provided an opportunity to bring local government and self-government closer to civil society, creating*

*a permanent opportunity for digital dialogue between them. Russia's military aggression against Ukraine proved that there is a problem of an insufficient number of qualified personnel in local self-government (especially remote and small settlements) and insufficient provision of the material and technical base for establishing access to relevant technologies, as well as a lack of experience in establishing work in new conditions. It has been proven that it is necessary to look for new approaches to increase the effectiveness and efficiency of the activities of public administration bodies based on the best methods and standards of public administration, which are internationally recognized as tools for quality and balanced management of development processes taking place at the city level. It is necessary to take into account during the reconstruction of cities that were destroyed or damaged, it is necessary to ensure the creation and development of comfortable conditions for living in cities capable of providing their residents with all the services and benefits they need. The most important thing nowadays is to guarantee safety and move towards sustainable development through the constant modernization of city management systems based on the requirements of international standards and the best principles of international experience, taking into account the financial assistance of international organizations.*

**Key words:** local self-government, decentralization, information and communication technologies, territorial community.

### Постановка проблеми

Ефективність місцевого самоврядування є гарантією успішного розвитку територіальної громади. Цей факт неодноразово був підтверджений в рамках реформи децентралізації влади в Україні стрімким розвитком окремих населених пунктів чи громад загалом. Повномасштабна війна більшою чи меншою мірою вплинула на всі сфери життя України. Якись проблеми загострила, деякі – проявила, а вирішення інших поставила на паузу. Як показав час, однією з слабких сторін місцевого самоврядування стало незначний рівень інформаційно-комунікаційних технологій базових публічних сервісів. Система місцевого самоврядування повинна розвиватись та модернізуватись у відповідності до викликів сучасності, яке повинно переходити на новий рівень, враховуючи специфіку їх комунікацій від час військових дій. Органи місцевого самоврядування визначились не готові до термінової перебудови своїх інформаційно-комунікаційних технологій в нових умовах військової агресії Росії проти України. Ця війна довела, що саме порядність, ефективність та муніципально-правова відповідальності органів та посадових осіб місцевого самоврядування гарантують розвиток кожної територіальної громади нашої країни, завдяки наявності відповідних повноважень, основи для фінансової незалежності, міцного взаємозв'язку та постійної комунікації між владою та громадою.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сучасні проблеми та особливості розвитку інформаційно-комунікативних технологій розглядалися у працях провідних вітчизняних учених О. Бобровської, Є. Бородіна, О. Васильєвої, І. Дегтярьової, І. Дробота, С. Квітки, В. Колтун, Т. Кравченко, М. Латиніна, В. Мамонової, С. Саханенка, В. Толкованова, О. Федорчак, І. Хожило, І. Чикаренко, Ю. Шарова та ін. В цих роботах висвітлювалися різні аспекти забезпечення успішності та якості діяльності у сфері місцевого самоврядування, метою якої є досягнення стану сталості розвитку міських систем. Але проблема управління органами місцевого самоврядування в умовах військової агресії вносить серйозні корективи у специфіку комунікацій між владою та громадою, враховуючи, що для всіх гілок влади такі умови не є класичними.

### Мета статті

Дослідження стану інформаційно-комунікаційних технологій та їх вплив на ефективність місцевого самоврядування в Україні під час військової агресії.

### Виклад основного матеріалу

Ідея інформаційного суспільства була сформульована в Японії на початку 70-х років ХХ століття. Термін «інформаційне суспільство» був запропонований професором Токійського технологічного інституту Ю. Хаяші, а його узагальнене визначення увійшло до звітів японського уряду: «інформаційне суспільство – це суспільство, в якому процес комп'ютеризації дає людям доступ до надійних джерел інформації, позбавляє їх рутинної роботи, забезпечує високий рівень автоматизації виробництва» [1].

Як зазначав український учений А. Новицький [3], що перехід від постіндустріального суспільства до інформаційного суспільства характеризується такими основними ознаками, як:

- переосмислення розуміння категорії «інформація»;
- значний розвиток телекомунікаційних і інформаційних систем в усіх сферах суспільного життя;
- розповсюдження мережі Інтернет та забезпечення загального доступу до цієї мережі;
- різноаспектне визначення наукових підходів щодо вирішення проблем теоретичного обґрунтування суспільних змін при здійсненні досліджень у різних галузях науки;
- зміни, пов'язані із зайнятістю населення, формування, становлення і розвиток новітніх суспільних відносин, створення нових суспільних конфігурацій, суспільних груп, суспільних відносин.

Більшість держав світу розглядають доступ до цифрових технологій як необхідність для забезпечення свого суверенітету як у фізичному, так і в цифровому просторі. Можливості впровадження й застосування цифрових

інструментів і технологій вже давно стали ключовими засадами стратегічної конкуренції, а володіння новими технологіями формує майбутній глобальний порядок. Конкурентоспроможність і зростання економіки залежить від досягнення технологічного лідерства, що підтверджує досвід країн «Великої сімки». Для України зміцнення цифрової та технологічної спроможності в контексті досягнення стратегічної автономії має подвійне значення. Перш за все, це обумовлено ключовими стратегічними пріоритетами українського майбутнього – зміцнення національної безпеки та прискорення європейської інтеграції як головними векторами відновлення України [2].

Сьогодні на перший план виходить розвиток технологій та їх активне впровадження в усіх сферах життя. Не винятком є і місцеве самоврядування, яке наразі має розвиватись під впливом всеохоплюючої діджиталізації, яка перевела на новий рівень не лише виконання обов'язків органів місцевого самоврядування, але і специфіку їх комунікації з громадою. Це зробило публічну комунікацію, як постійний діалог (класичний та цифровий) між владою та громадянським суспільством, ключовими інструментами для розвитку та підвищення ефективності місцевого самоврядування. Проте, все ще існують чинники, які гальмують ці процеси розвитку, і це актуалізує теоретичне дослідження даного питання.

Можна зазначити, що забезпечення розвитку інформаційно-комунікаційних технологій у місцевому самоврядуванні з початком повномасштабної воєнної агресії Російської Федерації проти України не те що зросла, а стала пріоритетним напрямком в інформаційному полі України. Оскільки інформаційно-комунікаційних технологій в наш час користуються високим попитом в усьому світі, вони є рушійною силою ведення інформаційної війни і поширення пропаганди.

Сьогодні політика уряду країни спрямована на розвиток цифрової економіки та суспільства України. Одним із напрямів цифрового розвитку на державному рівні визнано реформування органів місцевого самоврядування, зокрема в частині її цифровізації. Посадові особи місцевого самоврядування повинні стати більш мотивованими до навчання в нових умовах, які склались в період військової агресії. Необхідно використовувати інноваційні, інтерактивні технології із залученням сучасних технічних засобів.

Проте в умовах воєнного стану в Україні можна констатувати, що потенціал упровадження сучасних навиків управління в діяльності органів місцевого самоврядування щодо управління міським розвитком використовується не повною мірою, зокрема внаслідок відсутності системного бачення результату таких процесів. До того ж, можна зазначити, що навіть в довоєнний час у посадових осіб, депутатів місцевих рад і представників інститутів громадянського суспільства не встигла зформуватися культура управління та належний рівень професійної компетентності у цій сфері. Форми, методи й процедури управління потребують постійного удосконалення, а також адаптації до реалій сьогодення.

Для нашої держави формування інформаційно-технологічних засад трансформації суспільства та застосування в органах місцевого самоврядування інструментів цифровізації може стати тим кроком, що допоможе вийти із кризи. Управлінський апарат органів місцевого самоврядування достатньо бюрократизований і це не дає змоги швидко реагувати на зовнішні та внутрішні виклики й ухвалювати оптимальні та ефективні рішення. Для цього часто не вистачає досвіду, часу, або грошей, а від цього якість управлінських рішень знижується.

Сьогодні велику роль відіграє своєчасний обмін інформації та використання її на благо територіальної громади, на користь розвитку територій, бізнесу та суспільства в цілому. Відбудова пошкоджених українських міст після військової агресії Росії проти України потребує від органів місцевого самоврядування прийняття неklasичних рішень, враховуючи, що в такій ситуації Україна ще не перебувала з часів виникнення незалежності. Питання, які виникали в процесі децентралізації та реформування місцевого самоврядування були направлені на розвиток та покращення умов життя громадян в територіальних громадах України. Це ставить виклик органам місцевого самоврядування стосовно ґрунтового перегляду концептів публічного управління міським розвитком. Необхідно шукати нові підходи до підвищення результативності та ефективності діяльності органів публічного управління на основі найкращих методів та стандартів публічного управління, які мають міжнародне визнання як інструменти якісного та виваженого управління процесами розвитку, що протікають на рівні міста.

Під час відновлення міст, які були зруйновані або пошкоджені необхідно забезпечити створення та розвиток комфортних умов для проживання в населених пунктах, здатних забезпечувати своїх мешканців всіма необхідними їм послугами та благами. Найголовніше в наш час гарантувати безпеку та прямувати до сталого розвитку через постійну модернізацію систем управління містом на основі вимог міжнародних стандартів і передових засад міжнародного досвіду, враховуючи фінансову допомогу міжнародних організацій. В кожному місті, навіть до війни була купа невіршних проблем, і в кожного міста вони були різними. Але серед всіх проблем можна виділити одну, яка найпоширеніша, це достатньо вагомий важель серед міських програм – «цифрова держава»

Головна проблема, з якою зіштовхнуться міста, особливо що знаходяться або знаходились у тимчасовій окупації, це повернення людей. І розвивати міста та економіку можливо тільки якщо будуть люди, які підтримають процеси використання інформаційних технологій в системі публічного управління. Тому сучасні інформаційні технології відіграють дедалі важливішу роль у системі місцевого самоврядування не тільки розвинутих країн, але й держави України. Стрімке поширення Інтернету та глобальної мережі стало базисом для зміни пріоритетів

з внутрішніх управлінських потреб на зовнішні – задоволення потреб громадян в якісних адміністративних послугах, доступу до публічної інформації, прозорості управлінських процесів в публічних органах.

За допомогою використання інформаційно-комунікаційних технологій прискорюється процес ухвалення рішень, підвищується якість цих рішень та зростає ефективність від їх реалізації. При цьому вивільняється робочий час публічних службовців, а громадянське суспільство отримує інструмент ефективного впливу на процеси формування державних політик різних галузей життєдіяльності суспільства, окреслюються нові канали надання громадянам інформації та послуг. Це, своєю чергою, змінює підходи до механізмів публічного управління, переорієнтовує його і поступово трансформує базисні принципи забезпечення участі громадян у процесах публічного управління. Така зміна парадигми державного управління та місцевого самоврядування від побудови індустріального суспільства до розвитку інформаційного суспільства стимулює країни й органи державного управління до прийняття концепції «електронного урядування»[5].

Розширення доступу до Інтернету в Україні та впровадження електронного урядування в діяльність офіційних установ спонукають не лише до впровадження його технологічного компонента, а й до сприйняття відповідних принципів і підходів до державного електронного управління в інформаційному суспільстві. Органічність та зрозумілість, прийнятність нової концепції, створення умов для побудови електронного урядування – запорука ефективності та результативності заходів із впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у щоденну управлінську практику, шлях до прискореної інтеграції України у коло розвинених високотехнологічних країн. Електронне урядування є не просто технологічним рішенням, а концепцією здійснення державного управління як елементу масштабного перетворення суспільства [6].

На початку війни на сайти більшості органів місцевого самоврядування була здійснена кібератака. Попередньо вона була анонсована росіянами у одній із їхніх груп «кібервійськ». В деяких містах вони все зламали і отримали доступ до персональних даних всіх службовців, і військовослужбовців. По деяким це був фейк. Але всі побачили, що вони анонують загрозу «нападу» на сайти і просто фізично вимкнули сервер. Великої проблеми не стало, тому що більшість серверів достатньо захищені і доступ до них мала невелика кількість людей.

З перших днів війни склалась достатньо хороша співпраця з волонтерами, виявилась дуже велика кількість людей, які самоорганізувались, допомагали літнім людям з виїздом з окупованих територій, ліками та продуктами. Але з часом цей рух став не контрольований: не було бази мешканців, які отримали допомогу, яким потрібні специфічні ліки, особи, які потребують особливого догляду та ін. В деяких містах на допомогу прийшли айтішники, які стали створювати базу громадян міст. Органи місцевого самоврядування виявились не готові до такої роботи по деяким причинам:

- відсутність спеціалістів, які мали доступ до інформації;
- велика кількість працівників, які виїхали з тимчасово окупованих територій;
- відсутність зворотнього зв'язку;
- відсутність досвіду по організації такого виду роботи.

Цифровізація органів місцевого самоврядування є новим етапом у розвитку місцевого самоврядування, що є змістом реформи. Це дає можливість суттєво підвищити його результативність в рамках загального тренду формування цифрового суспільства не тільки в Україні, а й у світі. Іншими словами, цифровізація місцевого самоврядування сприяє підвищенню його ефективності. Водночас успіх діджиталізації трансформації управління місцевим самоврядуванням залежить від того, наскільки під час її впровадження враховано універсальні вимоги управління за результатами.

Сьогодні в Україні відбувається процес глобалізації та цифровізації. Це значення є спрощеною формою точнішого терміну «цифрова трансформація» і є проявом глобальної цифрової революції. Згідно з українським законодавством, цифровізація – це насичення фізичного світу зі встановленням електронних і цифрових пристроїв, засобів, систем та електронних комунікаційних обмінів між ними, що на практиці призведе до інтегрованої взаємодії віртуального та фізичного. Цифрова трансформація дає поштовх для розвитку політичної активності молоді. Інструменти електронної демократії сприяють участі громадян у процесі прийняття рішень.

Ще один напрямок цифровізації місцевих послуг пов'язаний із застосуванням цифрових технологій в адміністративні процеси – виявлення та планування проблем, моніторинг та оцінка результатів, модифікація рішень. У зв'язку з цим актуальною та корисною може бути закордонна практика використання цифрових технологій для налаштування систем муніципального управління на основі оцінки мешканцями муніципальної діяльності в режимі реального часу.

Криза Covid-19 показала нам, що цифрові технології необхідні для нашої економіки та повсякденного життя. Під час цієї кризи люди зробили гігантський цифровий стрибок, перемістивши свою роботу, навчання та соціальне життя в Інтернет. Але блокування також виявило прогалини в нашій цифровій інфраструктурі. У сфері надання державних послуг використання інформаційних технологій не тільки оптимізує для цих цілей, зменшує бюрократію та скорочує бюджетні витрати, але й підвищує довіру споживачів до влади, сприяє більш ефективному вирішенню проблем щодо обслуговування. Вони економлять час, отримують необхідні їм у життєвій

ситуації послуги, тим самим одержуючи від держави очікувані результати, реалізуючи свої законні інтереси та частково досягаючи за допомогою держави своїх цілей.

Військова агресія Росії проти України довела, що національні інтереси України вимагають забезпечення сприятливих умов політичного розвитку країни. І ці інтереси полягають в реальному забезпеченні безпеки життя, прав і свобод громадян, підтримання політичної стабільності та зміцнення демократії. Для забезпечення всіх цих інтересів необхідно забезпечити конституційний лад та територіальну цілісність України, підтримання та встановлення політичної стабільності для комфортного проживання українців. В інформаційній сфері на основі національних інтересів України формуються стратегічні та поточні завдання політики держави щодо забезпечення інформаційної безпеки.

#### Висновки

Цифрова трансформація органів місцевого самоврядування є новим етапом у розвитку органів місцевого самоврядування та значною мірою змістом їх реформ. Це дає можливість суттєво підвищити результативність та дієвість діяльності місцевого самоврядування в рамках загальних тенденцій формування цифрового суспільства в Україні. Інформаційно-комунікаційні технології управління місцевим самоврядуванням сприятиме підвищенню його ефективності як під час військової агресії так і в подальшому. Війна виявила слабкі місця в організації місцевого самоврядування, на що уряд повинен звернути увагу. Інформаційно-комунікаційні технології повинні постійно впроваджуватись, вдосконалюватись та співробітники повинні постійно навчатись для втілення нових цифрових рішень. У сучасному світі існує багато технологій і програмних продуктів, покликаних зробити перехід до цифрового управління для органів місцевого самоврядування максимально плавним і зрозумілим. Війна Росії проти України довела, що інформаційні технології повинні бути захищені, для цього необхідно залучати досвід та кошти міжнародних організацій для доведення рівня інформаційно-комунікаційних технологій до рівня міжнародних стандартів ЄС. Кожен громадянин України повинен мати доступ до мережі Інтернет. В багатьох містах України останнім часом з'явилися місця безкоштовного доступу до мережі Інтернет, розвиток цифрових навичок населення повинні стати обов'язковими. Тому в подальших наукових дослідженнях доцільно акцентувати увагу на поєднанні інструментів всіх рівнів управління, а саме держави, бізнесу і суспільства для модернізації мереж відповідно до зростаючого попиту та усуненні перешкод, пов'язаних із низьким рівнем доходу населення та формування цифрових навичок.

#### Список використаної літератури

1. Данил'ян В. О. Інформаційне суспільство та перспективи його розвитку в Україні (соціальнофілософський аналіз): монографія. Х. Право. 2008. 184 с.
2. Головні вектори відновлення України – національна безпека та європейська інтеграція. Міністерство з питань стратегічних галузей промисловості України. 2022. URL: <https://mspu.gov.ua/news/premier-ministr-holovni-vektory-vidnovlennia-ukrainynatsionalna-bezpeka-ta-ievropeiska-intehratsiia>.
3. Новицький А. М. Феномен «інформаційного суспільства» як об'єкт наукового дослідження. Інформація і право. 2011. № 1. С. 25-29.
4. Богуш В. М., Юдін О. К. Інформаційна безпека держави. К.: МК-Прес. 2005. 432 с
5. Електронне урядування. Термін. URL: [http://uk.wikipedia.org/wiki/Електронне\\_урядування](http://uk.wikipedia.org/wiki/Електронне_урядування)
6. Баранов О. Електронний уряд в Україні? Буде! Коли? URL: <http://www.zn.kiev.ua/nn/show/376/33406/>

#### References

1. Danylian, V. O. (2008), *Informatsiine suspilstvo ta perspektyvy yoho rozvytku v Ukraini (sotsialno- filosofskyi analiz): monohrafiia* [Information society and prospects of its development in Ukraine (socio-philosophical analysis): monograph], Pravo, Kh., Ukraine, P. 184
2. *Holovni vektory vidnovlennia Ukrainy – natsionalna bezpeka ta yevropeiska intehratsiia*. Ministerstvo z pytan stratehichnykh haluzei promyslovosti Ukrainy. 2022. Available at: <https://mspu.gov.ua/news/premier-ministr-holovni-vektory-vidnovlennia-ukrainynatsionalna-bezpeka-ta-ievropeiska-intehratsiia>.
3. Novytskyi, A. M. (2011), "The phenomenon of the "information society" as an object of scientific research", *Informatsiia i pravo*, vol. 1, pp. 25-29.
4. Bohush, V. M. and Yudin, O. K. (2005), *Informatsiina bezpeka derzhavy* [Information security of the state], MK-Pres, Kyiv, Ukraine, P. 432.
5. E-government. Term, Available at: [http://uk.wikipedia.org/wiki/Elektronne\\_uriaduvannia](http://uk.wikipedia.org/wiki/Elektronne_uriaduvannia).
6. Baranov, O. "E-government in Ukraine? It will be! When?", Available at: <http://www.zn.kiev.ua/nn/show/376/33406/>.

Ю. О. СТЕЛЬМАШЕНКО

аспірант

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-5038-2268

В. Д. ФІЛІПОВА

доктор наук з державного управління, професор,

професор кафедри державного управління і місцевого самоврядування

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-8476-3341

## ДЕРЖАВНА ПОЛІТИКА РОЗВИТКУ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

У даній роботі розглянуто питання зниження енергозалежності через розвиток альтернативної енергетики. Встановлено, що перехід до зеленої водневої економіки був закріплений європейською Водневою стратегією, яка є складовою правового підґрунтя Європейського зеленого курсу, загальна мета якого зробити Європу кліматично нейтральною до 2050 року. Синхронізуючи свою політику з ЄС, Україна має намір досягти кліматичної нейтральності до 2060 року. Для реалізації зазначеної мети Україна та ЄС уклали меморандум стратегічне партнерство у сферах «зеленого» водню та біогазу. Це дасть суттєвий поштовх у спільному русі щодо розбудови сталої енергетики, забезпечення енергетичної безпеки та декарбонізації економіки. Україна та ЄС будуть спільно розвивати сфери виробництва, торгівлі, транспортування, зберігання та використання таких газів. Меморандум передбачає: обмін інформацією та оцінками сценаріїв і прогнозів щодо попиту на відновлювані гази; розвиток регуляторного поля; гармонізацію сертифікаційних документів відповідно до вимог ЄС; виявлення та усунення бар'єрів; розвиток інфраструктури; мобілізацію фінансових та інвестиційних інструментів; розвиток енергетичних кластерів в Україні. Доведено, що територія України може стати майданчиком для виробництва водню не тільки для власних потреб у чистій енергії, але й для експорту на ринок Євросоюзу. Визначено, що розвиток водневої галузі в Україні потребує передусім державної підтримки у вигляді гармонізованого з європейськими нормами законодавства та прозорих правил під час отримання необхідної дозвільної документації. Поряд зі сказаним, розвиток водневої енергетики виступає необхідним елементом післявоєнного відновлення країни, що має відбуватися з урахуванням принципів «зеленої» економіки, при цьому позиціонування України у новій світовій водневій економіці має враховувати насамперед національні інтереси.

**Ключові слова:** державна політика, воднева енергетика, альтернативні джерела енергії.

YU. O. STELMASHENKO

Postgraduate Student

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-5038-2268

V. D. FILIPPOVA

Doctor of Public Administration, Professor,

Professor at the Department of Public Administration

and Local Self-Government

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-8476-3341

## STATE POLICY OF HYDROGEN ENERGY DEVELOPMENT AS AN ALTERNATIVE ENERGY SOURCE

This article deals with the issue of reducing energy dependence through the development of alternative energy. It was found that the transition to a green hydrogen economy was enshrined in a European hydrogen strategy, which is a component of the legal basis of a European green course, the overall goal of which to make Europe climatic neutral by 2050. Synchronizing its policy with the EU, Ukraine intends to achieve climate neutrality by 2060. For the realization of this goal, Ukraine and the EU have made a memorandum a strategic partnership in the areas of Green Hydrogen and Biogas. This will give a significant impetus in joint movement to build sustainable energy, ensure energy security and decarbonization of the economy. Ukraine and the EU will jointly develop the spheres of production, trade, transportation, storage and use of such gases. The memorandum provides: exchange of information and evaluations

*of scripts and forecasts for the demand for renewable gases; development of the regulatory field; harmonization of certification documents in accordance with EU requirements; detection and elimination of barriers; infrastructure development; mobilization of financial and investment instruments; Development of energy clusters in Ukraine. It is proved that the territory of Ukraine can become a platform for hydrogen production not only for its own needs for pure energy, but also for export to the EU market. It is determined that the development of the hydrogen industry in Ukraine requires, first of all, state support in the form of harmonized with European rules of legislation and transparent rules when obtaining the necessary permits. Along with what is said, the development of hydrogen energy is a necessary element of post-war restoration of the country, which should take place taking into account the principles of the "green" economy, with the positioning of Ukraine in the new world hydrogen economy should take into account, first of all, national interests.*

**Key words:** state policy, hydrogen energy, alternative sources of energy.

### Постановка проблеми

24 лютого 2022 року розпочався зворотній відлік часу не лише до військової перемоги України над російським загарбником, але й до її енергетичної незалежності. Завдяки цій кривавій війні, цінність відновлюваних джерел енергії трансформувалась з більш екологічної на безпекову та економічну. Ще пів року назад, відновлювані джерела енергії вважались світовою спільнотою, в першу чергу, інструментом боротьби з невідомою зміною клімату та скорочення викидів вуглецю. Сьогодні, вітрова, сонячна, біо, мала гідро та воднева енергетики є запорукою енергетичної безпеки та незалежності держав, а її собівартість є значно нижчою за викопне паливо [1]. Більш широке впровадження альтернативних джерел енергії залежить ще від більш ефективних технологій використання відновлюваних джерел енергії та реструктуризації електроенергетики. Щоб використати альтернативну енергію в повній мірі, людству ще належить вигадати найкращі рішення для зберігання енергії. Учені наголошують, що складність та масштабність зазначеного питання вимагає найактивнішої участі в його вирішенні держави – політичного інституту, наділеного найбільш значними важелями впливу на виробничий та невиробничий сектори споживання енергії. У свою чергу, в умовах українського суспільства із постійною зміною владного становища політико-адміністративних еліт та їхньою помітною орієнтацією на вирішення передусім поточних питань, забезпечення сталості державного управління у сфері енергоефективності значною мірою визначається коректним окресленням і належним закріпленням його засад. Обмеженість матеріально-фінансових ресурсів Української держави надає особливої ваги саме правовим та організаційним засадам державного управління в цій сфері. Водночас суперечливість індивідуальних, групових та загальних інтересів у вітчизняній енергетиці загалом і сфері енергоефективності зокрема зумовлює відмінності розуміння не тільки змісту, а й самого значення цих засад, механізму їхньої об'єктивації в повсякденній правотворчій, правореалізаційній та організаційній діяльності суб'єктів публічної влади. Однак дослідження означеної проблеми науковою спільнотою помітно відстає від суспільних потреб» [2, с. 12-13].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Тема ефективного використання альтернативних джерел енергії є дуже актуальною, тому вона висвітлюється в роботах багатьох дослідників: А. Конеченкова, Н. Лукашук, Л. Маланчук О. та Н. П'ятці З. Мельник та багатьох інших експертів та вчених. Разом з тим, питання використання відновлюваних джерел енергії та реструктуризації електроенергетики потребує додаткового наукового осмислення.

### Формулювання мети дослідження

Виходячи з вищесказаного, метою нашої статті є теоретичний аналіз можливостей та спроможностей реалізації державної політики України у новій світовій водневій економіці в межах розвитку джерел альтернативної енергії.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Питання зниження енергозалежності через розвиток альтернативної енергетики слід віднести до стратегічно важливих, які потребують нагального вирішення для подальшого забезпечення функціонування енергетичного ринку в будь-якій країні. В нашій державі Енергетичною стратегією України до 2035 р. визначено, що освоєння альтернативних джерел енергії слід розглядати як важливий фактор підвищення рівня енергетичної безпеки. Необхідність забезпечення енергетичної безпеки держави, незворотне виснаження світових вуглеводневих запасів, зростаюча ціна на енергоносії, проблеми екологічного забруднення навколишнього середовища змушують більшість розвинутих країн формувати свої енергетичні стратегії, спрямовані на розвиток альтернативної енергетики [3]. За даними Міжнародного енергетичного агентства, до 2030 р. частка електроенергії, видобутої за допомогою альтернативних джерел, збільшиться вдвічі порівняно із теперішніми показниками, що становлять близько 16% усього виробництва. Те саме стосується і використання відновлювальних джерел енергії, які є актуальним на сьогоднішній день для України, адже традиційні запаси енергії (нафта, газ, вугілля) є невідновлювальними ресурсами, тобто рано чи пізно вони вичерпають себе [4]. Окрім цього, перевагами відновлювальних джерел енергії є їх екологічність (зменшують викиди парникових газів та не порушують кліматичний баланс), їх відновлювальний та невичерпний характер, а також, популярність у розвинутих країнах 287 світу. З огляду на вищесказане, уряд

України розробив енергетичну стратегію до 2035 року, в якій особливе місце посідає розвиток і впровадження альтернативних джерел енергії, що лише підтверджує актуальність та необхідність розвитку відновлювальних джерел енергії.

Л. Маланчук та Н. П'ятка у своєму дослідженні наголошують, що збройна агресія РФ проти України підвищила актуальність переходу країн ЄС на альтернативну енергію. Значна залежність усіх цих країн від РФ – головного імпортера енергетичних ресурсів у ЄС, ставить гострі питання щодо швидкого та ефективного переходу на відновлювані джерела енергії. Сьогодні політична, соціальна та економічна вразливість Європи є очевидною через її залежність від вугілля, нафти та газу. Ентузіазм щодо імпорту викопного палива та енергетичних субсидій уже є загрозою енергетичній безпеці ЄС, підриваючи економіку і, що найгірше, порушуючи права людини, екологічну, кліматичну та соціальну справедливість. Слід відзначити, що країни Євросоюзу вже зробили перші кроки до переходу на альтернативну енергію. Пакет «Fit for 55», випущений у липні та грудні 2021 року, включає проекти законодавства ЄС у галузі клімату та енергетики, які підкріплюють політичне зобов'язання блоку скоротити викиди парникових газів не менше ніж на 55% у 2030 році порівняно з рівнями 1990 року. Це частина мети Євросоюзу стати кліматично нейтральним до 2050 року і спонукати решту світу діяти відповідно до Паризької угоди 2015 року щодо боротьби зі зміною клімату [5].

Варто зазначити, що в Україні наразі одним із перспективних вважається проєкт «Впровадження сучасних технологій виробництва «зеленого» водню», яким передбачено виготовлення «зеленого водню» з використанням відновлювального потенціалу українських гідроелектростанцій. Проєкт направлений на підвищення стійкості і незалежності енергетичної системи країни шляхом імпортозаміщення, виконання зобов'язань, які взяла на себе Україна за Рамковою Конвенцією ООН про зміну клімату, Кіотським протоколом, Паризькою угодою, а також Європейським зеленим курсом. Водень можна вважати універсальним паливом для транспортних засобів, оскільки він має абсолютну екологічну чистоту, може замінити бензин, дизельне паливо і мазут в усіх видах теплових двигунів. Європа вже включила водень в свою «зелену стратегію» безкарбонного майбутнього континенту. Звернути увагу на цей новітній різновид пального варто і Україні.

Перехід до зеленої водневої економіки був закріплений європейською Водневою стратегією, яка є складовою правового підґрунтя Європейського зеленого курсу, який Європарламент ухвалив в 2020 році. Його загальна мета – зробити Європу кліматично нейтральною до 2050 року, захистити біологічне різноманіття, екологізувати економіку. Реалізація Водневої стратегії Євросоюзу передбачає виробництво до вже недалекого 2024 року 1 млн тонн електролізного водню, що потребуватиме встановлення електролізерів потужністю 6 ГВт. До 2030 року планується збільшити цей показник до 10 млн тонн і, відповідно, встановити електролізери загальною потужністю 60 ГВт. Основи та напрямки розвитку ЄЗК закладені в комюніке. Синхронізуючи свою політику з ЄС, Україна має намір досягти кліматичної нейтральності до 2060 року. Задля підтримки розвитку водневої галузі і на виконання схваленої Водневої стратегії, в липні 2020 Європейська Комісія утворила «Європейський альянс з чистого водню».

В Україні Воднева стратегія поки що на стадії розробки, проте «Національна транспортна стратегія», «Стратегія розвитку енергетики» та «Дорожня карта широкого впровадження водневої енергетики в Україні» представляють міцну стратегічну основу для політики, спрямованої на збільшення частки відновлюваних джерел енергії в транспорті на основі біопалива, електроенергії і водню. На рівні технічних норм в Україні вже регулюються такі питання як якість водневого палива, основні концепції щодо безпеки водневих систем та застосування водневих генераторів з використанням електролізу води. Але не зважаючи на це, Україна та ЄС уклали меморандум стратегічне партнерство у сферах «зеленого» водню та біогазу. Це дасть суттєвий поштовх у спільному русі щодо розбудови сталої енергетики, забезпечення енергетичної безпеки та декарбонізації економіки. Україна та ЄС будуть спільно розвивати сфери виробництва, торгівлі, транспортування, зберігання та використання таких газів. Меморандум передбачає: обмін інформацією та оцінками сценаріїв і прогнозів щодо попиту на відновлювані гази; розвиток регуляторного поля; гармонізацію сертифікаційних документів відповідно до вимог ЄС; виявлення та усунення бар'єрів; розвиток інфраструктури; мобілізацію фінансових та інвестиційних інструментів; розвиток енергетичних кластерів в Україні [6].

У свою чергу США планує витратити 47 мільйонів доларів на здешевлення «зеленого» водню. США прагне досягти 100% «чистої» електричної мережі до 2035 року та економіки з нульовими викидами до 2050 року. При цьому наголошується, що відновлювальний водень відіграватиме в майбутньому важливу роль у скороченні викидів у секторах економіки, які найважче декарбонізувати, зокрема у промисловості, хімічній галузі та важкому транспорті.

З. Мельник в своєму аналітичному дослідженні зазначає, що для реалізації мети Європи до 2050 року – досягнути 13% частки водневої енергії в енергетичному балансі союзу наразі існує декілька викликів. По-перше, потреба в просторі. Сонячна та вітрова енергія, під час утворення якої виробляється водень, більш «розсіяна», ніж енергія викопного палива, і її потрібно «збирати» на великій площі. Саме тому нова урядова

коаліція Німеччини, яка прийшла до влади в кінці 2021 року, зарезервувала 2% території країни для будівництва вітрових турбін. Нові вітрові і сонячні електростанції, а також високовольтні лінії електропередач, часто призводять до конфліктів через їх вплив на ландшафт, біорізноманіття або здоров'я місцевих мешканців. Розташування вітряних електростанцій на морі, в свою чергу, викликає протести представників риболовної промисловості [8].

По-друге, потреба в матеріалах. Для інфраструктури відновлюваної енергетики, включаючи вітрові турбіни, сонячні панелі та лінії електропередач, потрібні матеріали, особливо – метали. Поширення відновлюваних джерел енергії підвищує попит на залізо, алюміній, мідь, цинк, хром, марганець. Однак світові запаси деяких руд, зокрема – міді, вже виснажуються. Настане час, коли для видобутку міді буде потрібно стільки електроенергії, води, матеріалів або землі, що цей процес завдаватиме неприйнятної екологічної шкоди. ЄС великою мірою залежить від імпорту більшості металів, які він використовує для відновлювальної енергетики. Серед необхідних для електролізу – нікель, цирконій і платинова група металів. У платиновій групі, зокрема, виділяють іридій, один з найрідкісніших металів світу, за участі якого відбувається такий різновид електролізу, що найкраще поряється з коливанням постачання відновлюваної електроенергії. Якщо він стане домінуючою формою електролізу, ЄС в 2030 році може знадобитися більше іридію, ніж зараз видобувається у всьому світі. Крім металів, для утворення зеленого водню потрібна демінералізована прісна вода, в пропорції 9 літрів води для виробництва 1 кг водню. У багатих на сонце регіонах, які добре підходять для виробництва водню, часто не вистачає прісної води. Ця нестача буде збільшуватись через вплив кліматичних змін. За цих умов виробникам зеленого водню було б добре закріпитися там, де можна використовувати морську воду, при цьому відповідально ставлячись до відходів опріснення [8].

По-третє, потреба в інфраструктурі. Прогнози щодо того, скільки зеленого водню знадобиться ЄС, дуже різняться. Деякі сценарії свідчать про виробництво 10 мільйонів тон водневої енергії – обсягу, якого Єврокомісія хоче досягнути до 2030 року, і якого буде достатньо, щоб задовольнити попит ЄС. Інші експерти передбачають, що попит зростатиме набагато швидше і становитиме 70 мільйонів тонн до 2050 року. Відсутність консенсусу ускладнює роботу урядів та приватних операторів для планування необхідної інфраструктури для переходу на енергію зеленого водню [8].

Експерти Національної академії Наук України, наголошують, що для нашої країни розвиток відновлюваної енергетики є одним із першочергових завдань для підвищення енергетичної і екологічної безпеки держави. При цьому у нас є значний природний потенціал для виробництва енергії з відновлюваних джерел енергії, що також дозволяє виробляти водень. За прогнозами експертів, при сприятливій державній політиці, Україна здатна виробляти 1 млрд кубометрів відновлюваного водню до 2030 року, а до 2040 року цей показник може зрости до 5 млрд кубометрів (табл. 1, табл. 2) [9].

Таблиця 1

**Оцінка енергетичного потенціалу відновлювальних джерел енергії України  
та еквівалентного електролізу «зеленого» водню [9]**

Сценарій	ВДЕ	Джерело інформації	Потужність, ГВт	Середньорічне виробництво електроенергії, млрд кВтгод	Середньорічне виробництво «зеленого» водню, млрд кВтгод
	ВЕС	Разом, у тому числі:	466	1428	317
		оншор (IRENA)	320	858	191
		офшор (NREL)	146	570	126
	СЕС	IRENA	71	88	20
Базовий	Всього ВДЕ		537	1516	337
	ВЕС	Разом, у тому числі:	688	2174	483
		оншор (ІВЕ НАНУ)	438	1190	254
		офшор (ІВЕ НАНУ)	250	984	219
	СЕС	(ІВЕ НАНУ)	83	99	22
Оптимістичний	Всього ВДЕ		771	2273	505
Песимістичний	Всього ВДЕ (сонце і вітер)	Енергетична стратегія України період до 2035 р.		25	5,5

Зазначений потенційно можливий обсяг виробництва «зеленого» водню в Україні розраховано за результатами проведених наукових досліджень потенціалу генерації електроенергії вітро- та фотоелектричними станціями. За такими прогнозами, територія України може стати майданчиком для виробництва водню не тільки для власних потреб у чистій енергії, але й для експорту на ринок Євросоюзу.

Таблиця 2

Розподіл потенційного середньорічного виробітку «зеленого» водню, млн.м<sup>3</sup> [9]

Область	млн. м <sup>3</sup>	тис. т
Дніпропетровська область	24692	2198
Одеська область	22173	1973
Херсонська область	22021	1960
Запорізька область	21029	1872
Луганська область	20646	1837
Донецька область	20516	1826
Миколаївська область	19032	1694
Харківська область	17517	1559
Автономна Республіка Крим	14314	1274
Кіровоградська область	13711	1220
Полтавська область	9818	874
Вінницька область	9055	806
Чернігівська область	8598	765
Київська область	8263	735
Сумська область	7570	674
Житомирська область	7515	669
Черкаська область	7138	635
Хмельницька область	7051	628
Львівська область	5637	502
Рівненська область	5409	481
Волинська область	5074	452
Тернопільська область	4721	420
Івано-Франківська область	1968	175
Чернівецька область	1753	156
Закарпатська область	1170	104
<b>Разом</b>	<b>286390</b>	<b>25489</b>
<b>Територіальні води та внутрішні водойми</b>	<b>218742</b>	<b>19468</b>
<b>Всього</b>	<b>505133</b>	<b>44957</b>

## Висновки

Отже, світовий інтерес до водневої енергетики в останні роки значно виріс, саме її найчастіше називають енергетикою майбутнього й головним козирем у боротьбі з кліматичними змінами. А Україну бачать мало не головним постачальником «зеленого» водню в Європу. Використання водню дає можливість створення як короткострокових, так і довгострокових міжсезонних запасів енергії в енергосистемах на основі відновлюваних джерел енергії. Використання відновлюваної енергії вітру та сонячної енергії для забезпечення цілих секторів економіки створює непереборні проблеми, якщо не доповнюється воднем. Водень найближчим часом буде грати провідну роль в інтеграції великих обсягів відновлюваної енергії, в секторах транспорту, опалення та охолодження тощо. Водень стане основним енергетичним вектором, який дозволить забезпечити «Європу з нульовими викидами». «З усіх точок зору розвиток водневої енергетики є не просто джерелом створення альтернативного джерела енергії, а великим політичним європейським проектом, який здатний кардинально змінити розклад сил в Європі, – заявив Кулеба. ... Ми не повинні розглядати водню як виключно економічний проект, поставки водню в Євросоюз – це великий політичний проект і дуже серйозний інструмент європейської інтеграції» [10]. Для розвитку водневої галузі в Україні необхідна передусім державна підтримка у вигляді гармонізованого з європейськими нормами законодавства та прозорих правил під час отримання необхідної дозвільної документації. Розвиток водневої енергетики виступає необхідним елементом післявоєнного відновлення країни, що має відбуватися з урахуванням принципів «зеленої» економіки, при цьому позиціонування України у новій світовій водневій економіці має враховувати насамперед національні інтереси.

## Список використаної літератури

1. Конеченков А. Сектор відновлюваної енергетики України до, під час та після війни. URL : <https://razumkov.org.ua/statti/sector-vidnovlyuvanoyi-energetyky-ukrayiny-do-pid-chas-ta-pislya-viyny>
2. Лукашук Н. В. Організаційно-правові засади державного управління у сфері енергоефективності України як предмет наукового осмислення. *Збірник наукових праць Національної академії державного управління при Президентові України*, 2018. Вип. 1. С. 11-26.
3. Енергетична стратегія України на період до 2035 року. URL : [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art\\_id=245239564&cat\\_id=245239555](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245239564&cat_id=245239555)

4. Міжнародне енергетичне агентство (IEA): офіційний сайт. URL :. <https://www.iea.org/>
5. Маланчук Л.О., П'ятка Н.С. Державне управління розвитком альтернативної енергетики в Україні. *Bulletin National University of Water and Environmental Engineering*, 2022. Т. 3. №. 99. С. 113-121.
6. Україна та ЄС уклали стратегічне партнерство у сферах «зеленого» водню та біогазу. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/ukraina-ta-ies-uklali-strategichne-partnerstvo-u-sferah-zelenogo-vodnju-ta-biogazu/>
7. В США витратять \$47 мільйонів на здешевлення «зеленого» водню. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/v-ssha-vitratyat-47-miljoniv-na-zdeshevlennya-zelenogo-vodnju/>
8. Мельник З. «Зелена» відбудова України: перспективи застосування водню в транспорті. URL: <https://brdo.com.ua/analytics/zelena-vidbudova-ukrayiny-perspektyvy-zastosuvannya-vodnyu-v-transporti/>
9. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / за заг. ред. С.О. Кудрі. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. 82 с.
10. Кулеба про водневе майбутнє України: «Можемо зайняти місце Росії». URL: <https://zn.ua/ukr/POLITICS/kuleba-pro-vodneve-majutnje-ukrajimozhemo-zajnjati-mistse-rosiji.html>

#### References

1. Konechenkov A. Sektor vidnovlyuvanoyi enerhetyky Ukrainy do, pid chas ta pislya viyny. URL : <https://razumkov.org.ua/statti/sektor-vidnovlyuvanoyi-energetyky-ukrayiny-do-pid-chas-ta-pislya-viyny>
2. Lukashuk N. V. (2018) Orhanizatsiyno-pravovi zasady derzhavnoho upravlinnya u sferi enerhoefektyvnosti Ukrainy yak predmet naukovoho osmyslennya. Zbirnyk naukovykh prats' Natsional'noyi akademiyi derzhavnoho upravlinnya pry Prezydentovi Ukrainy, Vyp. 1. S. 11-26.
3. Enerhetychna stratehiya Ukrainy na period do 2035 roku. URL : [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art\\_id=245239564&cat\\_id=245239555](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245239564&cat_id=245239555)
4. Mizhnarodne enerhetychne ahent·stvo (IEA): ofitsiynny sayt. URL :. <https://www.iea.org/>
5. Malanchuk L.O., P'yatka N.S. (2022) Derzhavne upravlinnya rozvytkom al'ternatyvnoyi enerhetyky v Ukraini. *Bulletin National University of Water and Environmental Engineering*, Т. 3. №. 99. С. 113-121.
6. Ukrayina ta YES uklaly stratehichne partnerstvo u sferakh “zelenoho” vodnyu ta biohazu. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/ukraina-ta-ies-uklali-strategichne-partnerstvo-u-sferah-zelenogo-vodnju-ta-biogazu/>
7. V SSHA vytratyat' \$47 mil'yoniv na zdeshevlennya «zelenoho» vodnyu. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/v-ssha-vitratyat-47-miljoniv-na-zdeshevlennya-zelenogo-vodnju/>
8. Mel'nyk Z. «Zelena» vidbudova Ukrainy: perspektyvy zastosuvannya vodnyu v transporti. URL: <https://brdo.com.ua/analytics/zelena-vidbudova-ukrayiny-perspektyvy-zastosuvannya-vodnyu-v-transporti/>
9. Kudri S.O. (ed.) (2020) Atlas enerhetychnoho potentsialu vidnovlyuvanykh dzherel enerhiyi Ukrainy. Kyiv: Instytut vidnovlyuvanoyi enerhetyky NAN Ukrainy, 82 s.
10. Kuleba pro vodneve maybutnye Ukrainy: «Mozhemo zaynyaty mistse Rosiyi». URL: <https://zn.ua/ukr/POLITICS/kuleba-pro-vodneve-majutnje-ukrajimozhemo-zajnjati-mistse-rosiji.html>

Л. Р. СТРУТИНСЬКА

кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри менеджменту персоналу і адміністрування  
Національний університет «Львівська політехніка»  
ORCID: 0000-0002-0401-5475

## ЕКОЛОГІСТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ

*Відзначено, що через специфіку соціально-економічних та природних умов, що обумовлюють переважачу роль сільськогосподарської діяльності місцевого населення, основними забруднювачами довкілля на теренах Західної України є харчові та переробні підприємства.*

*Проаналізовано доцільність, потребу і етапи становлення екологістики як різновиду інноваційної діяльності, метою якої є збереження навколишнього середовища та екології довкілля. У якості прикладу на підприємствах переробної та харчової промисловості Західної України проілюстровано ефективність поетапного запровадження екологістичної діяльності. Відзначено, що у становленні ефективної екологістичної діяльності не обійтись без належного сприяння органів місцевого самоврядування та органів державної влади. Доведено, що за вдумливого керівництва та сприяння органів місцевого самоврядування переробка органічних відходів може бути економічно вигідною як для виробників харчової та переробної промисловостей, так і для мешканців місцевих громад.*

*Встановлено, що ефективна інтеграція екологістики в економіку держави можлива через створення екологістичних підприємств. Здійснити це можна виключно завдяки законодавчому введенню в дію ефективної екологічної стратегії, яка буде основною конкурентною перевагою підприємства в сучасних умовах ведення бізнесу.*

*У якості основних етапів запровадження на теренах місцевих громад ефективної екологістичної діяльності пропонуються наступні:*

- спорудження регіональних електростанцій та енергетичних установок виробництва електроенергії спалюванням біогазу;
- придбання та ефективна експлуатація обладнання переробки органічних відходів у біогаз;
- налагодження оперативного збору, сортування та переробки відходів виробництв;
- жорсткий контроль за недопустимістю порушень виробничниками санітарно-гігієнічних норм та вимог до стічної води та утилізації відходів.

*Рекомендовано реалізацію та контроль за якісним впровадженням усіх чотирьох етапів покласти на органи місцевого самоврядування. Додатково для реалізації другого та третього етапів доречно долучити і органи державної влади.*

*Відзначено, що для ефективного інтегрування екологістики в економіку держави через створення екологістичних підприємств необхідне законодавче введення в дію ефективної екологічної стратегії, яка буде основною конкурентною перевагою підприємства в сучасних умовах ведення бізнесу.*

**Ключові слова:** логістика, підприємство, відходи, харчова промисловість, біогаз, енергія, екологістика, етапи становлення.

L. R. STRUTYNSKA

Ph.D. in Economics, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Personnel Management  
and Administration  
Lviv Polytechnic National University  
ORCID: 0000-0002-0401-5475

## ENVIRONMENTAL EFFICIENCY OF FOOD AND PROCESSING ENTERPRISES OF SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESSES

*It was noted that due to the specificity of socio-economic and natural conditions, which determine the predominant role of agricultural activities of the local population, the main polluters of the environment on the territory of Western Ukraine are food and processing enterprises.*

*The expediency, need and stages of the development of environmental science as a type of innovative activity, the purpose of which is to preserve the environment and environmental ecology, are analyzed. As an example, the effectiveness of the step-by-step introduction of ecological activities is illustrated at the processing and food industry enterprises of Western Ukraine. It was noted that the formation of effective ecological activities cannot be done without the proper assistance of local self-government bodies and state authorities. It has been proven that with the thoughtful guidance*

and assistance of local self-government bodies, the processing of organic waste can be economically beneficial both for producers of food and processing industries, and for residents of local communities.

*It has been established that the effective integration of environmental science into the economy of the state is possible through the creation of environmental enterprises. This can be done only through the legislative implementation of an effective environmental strategy, which will be the main competitive advantage of the enterprise in modern business conditions.*

*The following are proposed as the main stages of implementation of effective ecological activities on the territory of local communities:*

- construction of regional power plants and energy installations for the production of electricity by burning biogas;
- purchase and efficient operation of equipment for processing organic waste into biogas;
- establishment of operational collection, sorting and processing of industrial waste;
- strict control over the inadmissibility of violations by producers of sanitary and hygienic norms and requirements for waste water and waste disposal.

*It is recommended that the implementation and control over the quality implementation of all four stages be entrusted to local self-government bodies. In addition, for the implementation of the second and third stages, it is appropriate to involve the state authorities.*

*It was noted that for the effective integration of ecology into the economy of the state through the creation of ecological enterprises, the legislative implementation of an effective environmental strategy is necessary, which will be the main competitive advantage of the enterprise in modern business conditions.*

**Key words:** logistics, enterprise, waste, food industry, biogas, energy, ecology, stages of formation.

### Вступ

Необхідно визнати, що у сьогоденні фактично усі три найвагоміші для життєдіяльності людей, тваринного та рослинного світів складові навколишнього простору, а саме земля, вода та повітря, тою чи іншою мірою виявились суттєво ураженими внаслідок часто недбалої діяльності людства. Незаперечним підтвердженням цьому є той офіційно визнаний ЮНЕСКО факт, що із всієї величезної маси води на Землі лише 1% є не забрудненим і придатним до споживання людьми та тваринами. А через надмірне забруднення води стоками забруднюються і ґрунти, у які ця вода просякає, і повітря, куди забруднена вода випаровується.

Забруднення повітря викидами продуктів згоряння нафтопродуктів (димові викиди підприємств та теплогенергетичних установок, спалювання побутових та промислових відходів, вихлопи транспортних засобів тощо), забруднення води та землі продуктами життєвої та виробничої діяльності людства сягнули у сьогоденні тих рівнів та меж, що постали вже реальною загрозою існуванню безпосередньо самому людству.

То ж слід визнати, що надінтенсивні темпи розвитку людства впродовж останнього століття, створення ним великої кількості транспортних засобів та найрізноплановіших підприємств вкрай негативно вплинуло на стан навколишнього середовища. Отже нагально назріла потреба у зміні підходів як до виробничої діяльності, так і безпосередньо побуту людей у контексті їх ставлення до довкілля, природи та природних ресурсів. Тому слід визнати, що людство в контексті його ставлення до навколишнього середовища сягнуло тієї критичної межі, коли без ґрунтовних змін у його ставленні до довкілля буде приречене на важкі хвороби та вимирання.

### Огляд попередніх досліджень

Не можна стверджувати, що усвідомивши цю проблему цивілізований світ не намагається зробити певні дієві кроки у своєму ставленні до охорони довкілля. Певним підтвердженням цьому є активний розвиток в останні десятиліття електротранспорту, альтернативних екобезпечних джерел енергії, заборони на законодавчому рівні виготовлення і використання шкідливих для води фосфатомістких миючих засобів тощо. Явно відчувається нагальна потреба і у зміні на державницькому рівні підходів до виробничої діяльності.

Провідні фахівці-економісти, на рівні із екологами, чи не першими усвідомили небезпеку для умов існування людства катастрофічного забруднення навколишнього середовища. Ними відчувається, що явно назріла потреба у повсемісному створенню нових і переоснащенню діючих підприємств, продукція, умови праці, та виробнича діяльність яких будуть безпечними для навколишнього середовища, тобто будуть екологічно чистими. Такі підприємства умовно віднесено до екологічно безпечних, а їх діяльність віднесено до розряду екологістичних.

Серед розповсюджених у літературних першоджерелах визначень екологістики та екологістичних підприємств і їх діяльності [1] найповнішим, незаперечно, є наступне:

- екологістика – це новий напрямок розвитку інноваційної діяльності та апробації моделей інтегрованого та спрямованого на збереження довкілля управління [2]. Впровадження принципів екологістики забезпечує взаємодію різноманітних чинників макро- і мікросередовища, спрямованих на збереження навколишнього середовища, та ідентифікацію затрат і результатів від впровадження логістичних рішень. При цьому оцінюванню підлягають не лише фінансові, але й соціально спрямовані показники виробників та їх посередників, пов'язаних між собою логістичними показниками [2].

Із врахуванням екологічних задач та логістичних функцій екологістичне підприємство може бути охарактеризоване як підприємство із оптимізованим виробничим процесом, що враховує його соціально-економічний вплив на навколишнє середовище. Одна із визначальних його задач -- впровадження новітніх екологічно безпечних технологій та процесів з метою усунення шкідливого впливу на учасників виробничих процесів, їх споживачів та оточуюче довкілля. Виготовленням готової продукції чи надання ним послуг екологістичне підприємство поєднує із впровадженням належних заходів, що спрямовані на оптимізацію шляхів та методів щодо збору, зберігання та утилізації власних відходів. Перевага при цьому надається безпечній і необтяжливій для навколишнього середовища і суспільства переробці відходів виробництва чи їх ліквідації або утилізації.

Загально визнано, що проблематика екологістики тією, чи іншою мірою впливає на економіку та соціальну політику держави загалом, а також діяльність її приватних та державних підприємств. Постає очевидним, що для успішного вирішення екологістичних завдань необхідна якісно нова модель інформаційного забезпечення стратегічних логістичних рішень [2].

Усвідомлення цілком реальної можливості неминучої у найближчому майбутньому екологічної кризи, проблематиці екологістики приділяють підвищений інтерес як провідні науковці, так і економісти-практики, про що свідчить значна кількість їх публікацій впродовж останніх десятиліть [3, 4]. Дослідженнями провідних економістів світу (Г. Баумгартена, Д. Вебера, Г. Блума, І. Гупфера та інших) було розроблено рекомендації щодо безболісного переходу виробничої діяльності від згубного впливу на довкілля до економічно виправданої і прибуткової екологічної діяльності [5]. Опираючись на досвід попередніх дослідників економісти Л. Мельник та І. Дегтарьова правомірно відзначають необхідність застосування новітніх моделей екосистемної оцінки стійкого розвитку та оцінювання екстремальних ефектів. Вони відзначають, що це вимагає впровадження нових підходів до оцінювання динамічної рівноваги екосистем, нової системи координат для вимірювання результатів логістичних рішень [6].

Вагомий доробок в галузі розробки та дослідження основних принципів та засад екологістики напрацьовано науковцями України, зокрема науковцями школи Сумського національного університету ([7] С. Ілляшенко), НУ «Львівська політехніка» (Є. Крикавський [8], О. Мних [9], Б. Гречишин [1, 2]), а також Київського національного економічного університету (А. Кольченко та інші). Дослідженнями цих провідних науковців-економістів суспільству було «відкрито очі» на те, що для виживання сучасному людству необхідно докорінно реорганізувати та видозмінити мету і задачі власного економічного розвитку таким чином, щоб виробнича діяльність суспільства повною мірою інтегрувалась у ефективну безпечну екологічну інфраструктуру [10].

*Метою даного наукового дослідження є аналіз сану забруднення навколишнього середовища підприємствами харчової та переробної промисловості на теренах Західної України, розробка стратегії їх переходу на рівень екологістичних.*

*У задачі дослідження входило:*

- проаналізувати характерні для малого і середнього бізнесу Західної України підприємства харчової і переробної промисловості, які зорієнтовані на переробку місцевих сільськогосподарських культур, у тому числі і на продукти харчування;
- провести аналіз впливу виокремлених типових підприємств харчової і переробної промисловості на методи утилізації ними виробничих відходів, здійснити аналіз стану забруднення їх відходами довкілля;
- оцінити можливість запровадження основних принципів екологістики на виокремлених типових підприємствах;
- розробити основні принципи стратегії становлення і успішного розвитку екологістики на підприємства малого і середнього бізнесу на теренах Західної України.

#### **Виклад основного матеріалу**

Притаманні останньому десятиліттю стрімкі зміни погодних умов, часті землетруси та природні катаклізми, які обумовлюють руйнацію населених пунктів та загибель великої кількості людей, певною мірою стали наслідком інтенсивних глобалізаційних процесів у світовому виробничому середовищі [1]. Очевидним постає розуміння того, що для виживання та продовження роду людського терміново необхідно видозмінювати та реорганізувати світову економіку, щоб максимально інтегрувати у екологічну інфраструктуру всю без винятку виробничу діяльність людства [10].

І шлях для вирішення цієї проблеми – якомога швидше переведення діючих підприємств та цілих галузей економіки на екологістичні засади. Пояснюється це тим, що кінцевою метою діяльності екологістики як засобу ефективного управління є такі основні напрями:

- повне усунення шкідливого впливу логістичних процесів, що супроводжують виробничі процеси підприємства, на навколишнє середовище;
- максимальне зменшення обсягів споживання невідновлюваних або частково відновлюваних енергоресурсів у виробничому та логістичному ланцюгах [1].

На нашу думку до цих двох важливих напрямків задач екологістики доречно доповнити третій:

– екобезпечна переробка відходів власного виробництва та знезараження і очищення від усіх різновидів забруднень супутніх виробничим процесам природних середовищ, матеріалів та речовин ( повітря, води, мінералів тощо).

Таке вагоме поняття як «безпека навколишнього середовища» повинно бути першою екологістичною метою діяльності підприємства. Воно повинно охоплювати весь виробничий простір як всередині, так і поза виробничими системами (повітря, вода, ґрунти) та бути спрямованим на недопустимість їх забруднень відходами та шкідливими викидами [1].

Інша вагома екологістична мета підприємства незаперечно повинна полягати у орієнтації усіх його логістичних процесів (виробничо-збутового, фінансового, інформаційного та логістично-постачального) на заміну органічного викопного палива джерелами відновлюваної енергії та новітніми технологіями із пониженим рівнем викидів вуглецевих сполук у доквілля та в атмосферу [1].

Особливістю більшості населених пунктів Західного регіону України є відсутність тут великих виробничих комплексів із багатотисячними трудовими колективами. Переважно даний регіон держави зорієнтований у своїй діяльності на легку промисловість та виготовлення продукції харчової і переробної промисловості. Їх діяльність зорієнтована переважно на переробку сільськогосподарської продукції. Відповідно і переважаюча частка підприємств тут – це підприємства малого та середнього бізнесу із властивими їм мало чисельними трудовими колективами та обмеженими фінансовими ресурсами. Очевидно тому специфічним є і ставлення адміністрацій та власників малих підприємств до забруднення ними навколишнього доквілля. Переважно це ставлення зводиться до такої хибної позиції – «наше підприємство малопотужне та малочисельне, відходів та викидів від його діяльності не так і багато. То ж завдана шкода від його діяльності навколишньому середовищу незначна і матінка-природа їх безболісно подолає. Отже нам не має сенсу витратити кошти на вартісне очисне устаткування, на вдосконалення виробництва з позицій його екобезпеки та екологістики».

Дана позиція можливо і могла б відстоюватися, якщо б таких малих підприємств налічувалося б лише декілька одиниць на регіон. Проте в таких густо населених регіонах, якою є Західна Україна, де густина населення сягає 84 мешканців на квадратний кілометр, кількість малих виробничих підприємств теж доволі значна. Згідно даних Держкомстату станом на 2022 рік кількість зареєстрованих тут підприємств сягає понад 10 тисяч. Враховуючи доволі обмежену площу Західної України, яка рівна 111 тисячам квадратних кілометрів, у середньому тут одне виробниче мале підприємство припадає на 11,5 квадратних кілометрів. А це відносно зовсім незначна площа. То ж і забруднити її виробничими та побутовими відходами можна доволі швидко. Особливо, якщо врахувати, що виробнича харчова та переробна діяльність тривала в минулому на теренах Західної України не рік – не два, а століттями і певні незворотні забруднювальні процеси у доквіллі тут вже давно накопичено.

На підставі аналізу різноманітних малих виробничих підприємств переробної і харчової промисловості Західного регіону можна виокремити три їх різновиди як типові для дослідження впливу на навколишнє середовище. Перш за все, це підприємства переробки молока у молочну продукцію, підприємства виготовлення дріжджів та підприємства пивоваріння і виготовлення безалкогольних напоїв та соків. Аналіз виробничих та супутніх їм процесів діяльності обраних нами типових підприємств з позицій їх впливу на навколишнє середовище відображає наступне.

Спільним у виробничій діяльності цих виокремлених підприємств є те, що їх технологічні процеси є порівняно низькотемпературними. Отже із певним припущенням можна стверджувати, що дані підприємства не мають яскраво вираженого згубного впливу на температуру навколишнього середовища, відчутно не погіршують якості повітря, отже суттєво не сприяють розвитку «парникового ефекту».

У технічних процесах виготовлення готової продукції в даних виробництвах найвідчутнішого впливу зазнає технічна вода, яку використовують для промивання технологічного обладнання та виробничих і побутових приміщень. Після використання ця вода переважно містить високо концентровані розчинники та миючі засоби (доволі часто фосфатомістки), а також можливі залишки розчиненої в цій воді технологічної сировини. На жаль, у переважаючої більшості схожих малих підприємств відсутнє належне устаткування для водоочищення та зайві площі для облаштування резервуарів відстоювання води. Тому переважно використану забруднену технічну воду відводять у найближчі природні водойми, а у кращому випадку – в міські каналізаційні водопровідні системи. Проте і у цьому випадку розбавлену побутовими стоками рідинну суміш із каналізаційних мереж у кращому випадку виливають на так звані відкриті «поля водоочищення», де осад осідає і просякає в ґрунти. Відстоюана, та все ще біологічно забруднена вода, після цього скидається у найближчі водойми, переважно річки, отруюючи та біологічно забруднюючи усе доквілля. У цьому випадку негативного впливу на навколишнє середовище зазнає уже не тільки вода відкритих водойм, а і навколишні ґрунти від просякання в них забрудненої води, а також повітря від насичення його продуктами життєдіяльності бактерій загнивання та бродіння.

Не краща ситуація стосовно впливу на доквілля виробничих відходів малих підприємств харчової та переробної промисловості. Для обраних нами типових підприємств відходами процесів переробки переважно являються:

- просякнуті пивними дріжджами зерна ячменю, хмелю та солоду (так звані «дробина» та «сусло») – для пивоваріння;
- дріжджова маса – для підприємств виготовлення дріжджів.
- сироватка – для молокопереробних підприємств;
- спресовані відходи фруктів та овочів (так званий «жмих») при виготовленні з них соків – для підприємств виготовлення соків та безалкогольних напоїв;

Переважно на переробних підприємствах України сироватку із молокозаводів зрідка забирають у незначних кількостях підприємства, що виготовляють казеїн. При цьому, приблизно 5÷6 м<sup>3</sup> щоденно при середній потужності малого молокопереробного підприємства 50÷60 тон, змішують із побутовими відходами та зливають в каналізаційну мережу. Оскільки так звані «молочні» бактерії доволі стійкі до понижених та підвищених температур, вони активно розмножуються і забруднюють воду і на полях водоочищення, і у водоймах, у котрі ця вода у подальшому скидається.

Такі відходи пивоваріння як дробину та використане сусло частково використовують для відгодовування риби у розплідних господарствах. Залишки зливають на сміттєзвалищах, або ж на занедбані поля чи лісосмуги. Утворений після вичавлювання з фруктів та овочів соків жмих, частково передають на свиноферми для відгодовування свиней. Проте це лише незначна частка. Решту вивозять на сміттєзвалища.

Рідку фракцію дріжджової маси відходів зливають у каналізаційні мережі, густу -- вивозять на сміттєзвалища. Сміттєзвалища на теренах України переважно відкритого типу і їх вмістиме переробці через брак сміттєпереробних заводів не піддають. Тому всі вище означені відходи на сміттєзвалищах піддаються природному загниванню, засмічуючи своїми продуктами загнивання і воду, і повітря, і землю. Тобто всі три найвагоміші для здоров'я та життєдіяльності людей складові іоносфери. Тобто малі підприємства харчової та переробної промисловості Західної України активно і безповоротно забруднюють без будь-яких шансів для «живої» природи рекультивувати їх та відновити.

Проведений аналіз діяльності типових підприємств харчової і переробної промисловості Західної України стосовно екології довкілля відображає наступне:

- основні технологічні та виробничі процеси цих підприємств безпосередньої шкоди якості повітря та його температурі навколишнього середовища не завдають;
- переважно основними відходами цих виробництв є забруднена миючими засобами та залишками розчинених у ній фракцій сировини технічна вода, а також органічні відходи, обумовлені типом виробництва (сусло, сироватка, дробина, жми, дріжджова маса тощо);
- типові підприємства малого і середнього бізнесу харчової та переробної промисловості в переважаючій більшості не оснащені технічними засобами переробки та утилізації органічних відходів і, переважно, скидають їх рідинні фракції у водойми чи каналізаційну мережу, а органіку – на сміттєзвалища;
- встановлено, що на теренах Західної України відсутня налагоджена централізована мережа збору органічних відходів та переробки їх у теплову чи електричну енергію.

Таке безвідповідальне ставлення до органічних відходів має місце не лише на теренах Західної частини, а і на усій території України. Воно практикується століттями і тенденцій на його видозміну не намічається і на найближчий час. І це не лише згубно для навколишнього середовища, а і доволі дивно із економічної точки зору. Науковцями-енергетиками давно розроблене біотехнологічне устаткування, спроможне переробляти практично будь-які органічні відходи на біогаз.

Доволі давно розроблено продуктивні та високо ефективні біоенергетичні установки, у яких при спалюванні біогазу воду перетворюють у високотемпературну пару. Пара із високою частотою обертає турбіну, яка генерує електроенергію. Після накопичення в акумуляюючих пристроях ця електроенергія подається в електромережу. Виробники такої електроенергії одержують від її реалізації чималі кошти, якими і успішно покривають витрати на придбане переробне устаткування. Таким чином можна не тільки покривати витрати за вивіз і утилізацію органічних відходів, а ще і заробляти на них завдяки переробці у теплову чи електричну енергію.

Дана схема переробки органічних відходів давно практикується у розвинутих зарубіжних державах. Їх енергопереробні підприємства активно скуповують у навколишніх фермерів не тільки органічні відходи (солону, траву, зіпсуті овочі та фрукти тощо), а також гній худоби його переробки у біогаз із подальшим використанням біогазу для генерації тепла або електроенергії. В Україні ж біоенергетичні установки велика рідкість, а гній худоби і надалі використовують виключно в якості біологічного добрива для угноєння орної землі. Це типова ситуація із переробкою органічних відходів для переважаючої більшості харчових і переробних підприємств малого і середнього бізнесу України. На утилізацію відходів у підприємств коштів завжди не вистарчає, а на їх переробку, як мінімум, бракує виробничих площ та відповідного обладнання. Не тільки обладнання, а і бажання займатись цією мало прибутковою справою. Дивно та виявляється, що для українського сировинного бізнесу простіше та привабливіше цінну деревину під виглядом дров за безцінь вивезти і продати за кордон, ніж налагодити на батьківщині їх переробку.

Дивно бо за належного і вдумливого підходу до своєї виробничої діяльності власники цих підприємств могли б не лише перетворити свої підприємства у екологічно безпечні, а ще і мати з цього певні прибутки. Адже всі відходи підприємств окресленої групи – це органічні сполуки, які легко піддаються біологічній переробці у біогаз. До того ж сучасний розвиток біологічної науки дослідив велике розмаїття біологічних матеріалів (бактерій), які спроможні практично будь-яку рідинну органіку перетворити у біогаз, який при спалюванні є ефективним джерелом тепла, а також і електричної енергії.

Однак певна проблема полягає у тому, що на даний час обладнання для біологічної переробки органіки у біогаз, так звані біотенки, доволі вартісне. До того ж біологічно активна біомаса вимагає певних умов для її зберігання і теж не є дешевою. На жаль переважно коштів у підприємців на цю переробку відходів не вистарчає і вони за усталеною вже традицією скидають відходи у сміттєві відвали. Постає очевидним, що без врегулювання даної проблеми на державному рівні тут не обійтись. І зрозуміло, що державницька політика стосовно створення екологістичних підприємств повинна бути поетапною, послідовною, а головне вдумливою. І закономірно, що першочерговими тут повинні бути не заборонні та каральні заходи щодо заборони вивозу відходів на сміттєзвалища, а створення передумов, за яких власна переробка відходів буде економічно вигіднішою. Основні етапи цих заходів могли б відобразитися наступною схемою (рис. 1).

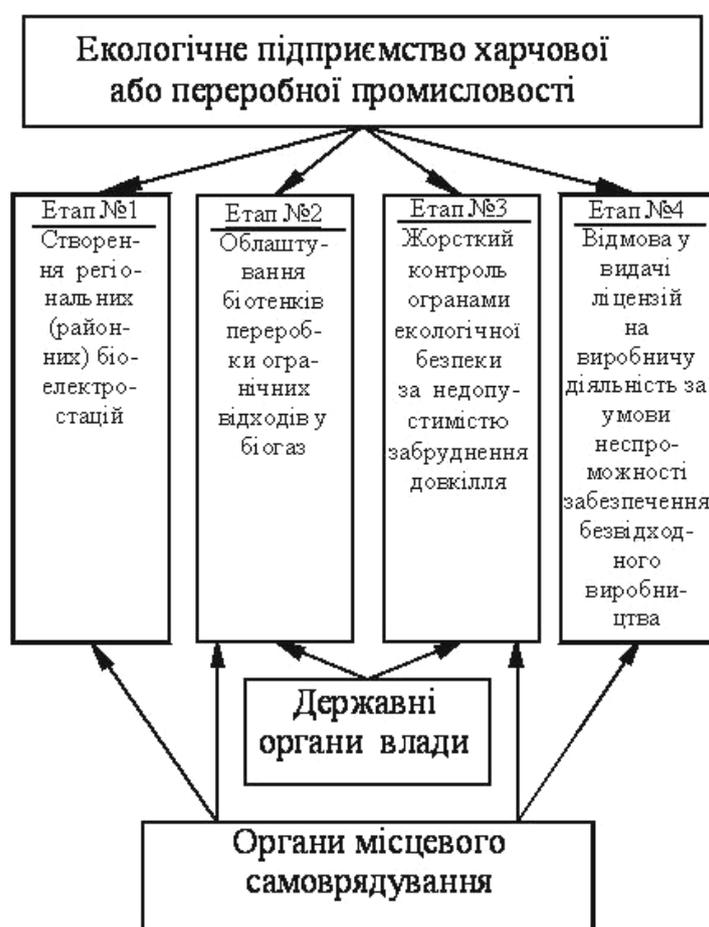


Рис. 1. Етапи створення екологістичних харчових та переробних підприємств малого та середнього бізнесу

Першочергово **на першому етапі** місцеві органи самоврядування повинні б створити районні біотехнологічні електростанції. Ці ж підрозділи в межах даного району чи регіону повинні організувати централізоване збирання та переробку у біотенках органічних відходів на біогаз. Спалюванням біогазу в енергетичних установках можна отримувати теплову або електричну енергію. Коштами від продажу тепла або електроенергії можна покривати витрати на придбання у підприємців органічних відходів та затрати на закупівлю біотенків та біоенергетичних установок. Уже на цьому першому етапі підприємці зможуть не скидати свої виробничі відходи на сміттєзвалища, а із вигодою продавати їх на переробку. Пов'язані із збором та перевезеннями органічних відходів логістичні проблеми тут можуть успішно вирішуватись, наприклад, транспортними комунальними службами місцевої громади.

Після запровадження першого етапу або паралельно йому **на другому етапі** державним органам влади та місцевого самоврядування доречно відшукати і виділити належні кошти на розробку і виготовлення доступних

за ціною для підприємців малого та середнього бізнесу біоенергетичних установок та біотенків. За відсутності у підприємців належних обсягів коштів для придбання цього устаткування органами влади доречно надати їм можливість взяти обладнання у довготривалу оренду із подальшим правом його викупу. При цьому бажано щоб державні органи влади чи органи місцевого самоврядування гарантували підприємцям-виробникам біоенергетики право на необмежене пільгове придбання виробленої ними електроенергії.

Після цього на **третьому етапі** органами місцевого самоврядування доречно запровадити жорсткий контроль за недопустимістю скидання виробниками забрудненої води у каналізаційні мережі чи відкриті водойми, а органічних відходів – у природні ландшафти чи сміттєзвалища.

На **четвертому етапі** налагодження передумов для переходу новоутворюваних та діючих підприємств на рівень екологістичних має бути відмова з боку органів місцевого самоврядування у видачі ліцензій на виробничу діяльність, якщо адміністрація та власники підприємства неспроможні забезпечити безвідходне виробництво. У даному випадку під безвідходним виробництвом слід розуміти спроможність підприємства самотужки або ж силами регіональних спеціалізованих переробних підприємств налагодити переробку власних відходів у корисну для подальшого використання сировину, або теплову чи електричну енергію. Тільки завдяки цьому докільля та навколишнє середовище, а головне, мешканці даного регіону будуть належним чином захищеними від затруєння життєво важливих для них повітря, води та ґрунтів. Матиме від цього відчутну користь і економіка держави, якій замість витрат на переробку сміттєзвалищ поступатимуть додаткові надходження від продажу виробленої із відходів енергії. Бо перефразовуючи вислів великого хіміка минулого Дмитра Менделєєва, що спалювання нафти рівносильне спалюванню грошових купюр, можна стверджувати, що цілком аналогічним злочином є знищення ґниттям чи спалювання органічних відходів.

Проте слід визнати, що запровадження основ екологістичної діяльності підприємств, особливою мірою малого та середнього бізнесу, матиме широке розповсюдження виключно за умов вдумливої поетапної економічної політики держави. За умови, що ця політика полягатиме не у каральних функціях, а у повсемісному сприянні налагодження безвідходних виробництв та у запровадженні устаткування вторинної переробки відходів у різноманітні види придатної до застосування енергії, наприклад, теплової чи електричної.

#### Висновки

1. Усвідомлення людством катастрофічно негативного стану навколишнього середовища стимулювало пришвидшений пошук соціально-економічних заходів, спроможних мінімізувати негативний вплив виробничої діяльності підприємств на екологію довкілля. У сьогоднішній функція покладена на екологістику, основна функція якої зорієнтована на зведення до мінімуму тиску виробничих процесів на навколишнє середовище та здоров'я мешканців регіону.

2. Екологістика, як перспективний напрямок активації інноваційної діяльності, сприяє формуванню якісно нового рівня взаємовідносин у сфері виробничої діяльності підприємств, екології довкілля та соціальних умов проживання мешканців регіонів.

3. Ефективна інтеграція екологістики в економіку держави можлива через створення екологістичних підприємств завдяки законодавчому введенню в дію ефективної екологічної стратегії, яка буде основною конкурентною перевагою підприємства в сучасних умовах ведення бізнесу.

4. Удосконалення нормативно-правової бази щодо регулювання екологістичними процесами та розроблення механізмів ефективної взаємодії бізнесу і держави для ресурсного забезпечення екологістики сприятиме широкому запровадженню екологістики на підприємствах харчової та переробної промисловості, які у сьогоднішній час є основними забруднювачами навколишнього середовища і довкілля на теренах Західної України

#### Список використаної літератури

1. Гречишин Б.Д. Екологістика як перспективний напрямок розвитку підприємства: закордонний досвід. Міжнародний науково-виробничий журнал. Сталий розвиток економіки. 2013. № 4 [21]. С. 213-219.

2. Гречишин Б.Д. розвиток екологістики як процес активізації інноваційної діяльності підприємницьких структур. Вісник НУВГП. Серія Економічні науки. 2016. Випуск 4 (76). С. 62-73.

3. Weber J. Logistikkostenrechnung Kosten-, Leistungs- und ErlösInformationen zur erfolgsorientierten Steuerung der Logistik. Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. KG; 2012. 389 p.

4. Baumgarten H. Supply Chain Steuerung und Services. Logistik Dienstleister managen globale Netzwerke – Best Practices. I. L. Darkow. H. (Hg) Zadek; Berlin : Springer; Auflage. 2004 293 h.

5. Weber J. Logistik-Controlling – Konzept und empirischer Stand / J. Weber, H. Blum // Kostenrechnungspraxis Zeitschrift für Controlling Accounting & System-Anwendungen. 2001. 45 Jg. Heft-Nr. P. 275-282.

6. Gpfert I. Logistik-Controlling der Zukunft / I. Gpfert // Controlling-Wissen. 2001. №. 7. p. 300-350.

7. Менеджмент та маркетинг інновацій: Монографія / За заг. ред. д.е.н., проф. С.М. Ілляшенка. Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. 616 с.

8. Крикавський Є.В. Логістичне управління: [підручник]. Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2005. 684 с.
9. Мних О.Б. Необхідність реструктуризації бізнесу в розвиток капіталізаційних процесів: роль маркетингу і логістики. Вісник ХНУ. Економічні науки. 2012. № 5. Т.3. С. 72-75.
10. Сучасні тенденції формування екологічної інфраструктури природокористування / [Харічков С.К. та ін.]; НАН України, ін-т пробл. Ринку та екон.-екол. дослідж. Одеса, 2012. 375 с.

#### References

1. Grechyshyn B.D. (2013) Ekologiswtuka yak perspektyvnyy napryamok rozvytku pidpryemstva: zakordonnyy dosvid [Ecology as a promising direction of enterprise development: foreign experience] *International Scientific and Production Journal. Sustainable economic development*, vol. 21, no.4, pp. 213-219.
2. Grechyshyn B.D. (2016) Rozvytok ekologiswtuky yak protces aktyvizatsii. Innovatciynoyy diyalnosti pidprymnetchkyh struktur [Development of environmental studies as a process of activation of innovative activity of entrepreneurial structures]. *Bulletin of the NUVHP. Economic sciences series*, vol. 76, no.4, pp. 62-73.
3. Weber J. (2012) Logistikkostenrechnung Kosten-, Leistungs- und Erl-slnformationen zur erfolgsorientierten Steuerung der Logistik. Springer-Veriag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. KG; 389 p.
4. Baumgarten H. (2004) Supply Chain Steuerung und Services. Logistik Dienstleister managen dlobale Netzwerke – Best Practices. I. L. Darkow. H. (Hg) Zadek; Berlin: Springer; Auflage. 293 p.
5. Weber J. (2001) Logistik-Controlling – Konzept und empirischer Stand / J. Weber, H/Blum // *Kostenrechnungspraxis Zeitschrift for Controlling Accounting & System-Anwendungen*. 45 Jg. Heft-Nr. P. 275-282.
6. Gpfert I. (2001) Logistik-Controlling der Zukunft. *Controlling-Wissen*. №. 7. p. 300-350.
7. Ilyahsenko S.M. (2004) Menedjment ta marketing innovatciy: monografiya [Management and marketing of innovations: Monograph]. Sumy: VTD "University book", 616 p. (in Ukrainian).
8. Krykavskyy E.V. (2005) Logistytcne upravlinnya [Logistics management] Lviv: Lviv Polytechnic University Publishing House, 684 p. (in Ukrainian).
9. Mnyh O.B. (2012) Neobhidnist restruktyrizatsii biznesu v rozvytok kapitalizatciynyh protcesiv: rol marketyngu I logistyky [The need for business restructuring in the development of capitalization processes: the role of marketing and logistics] *KHNU Bulletin. Economic sciences*, vol. 3, no.5, pp. 72-75.
10. Harithkov S.K. (2012) Suthasni tendentzii formuvannya infraspuktury pryrodokorystuvannya [Modern trends in the formation of ecological infrastructure of nature use] National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Prob. Market and economic-ecological research. Odessa, – 375 p. (in Ukrainian).

## СОЦІАЛЬНІ ТА ПОВЕДІНКОВІ НАУКИ

УДК 332.122

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.1.36>

О. В. ЯКУШЕВА

кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри економіки та управління  
Черкаський державний технологічний університет  
ORCID: 0000-0002-4849-0323

## ТИПОЛОГІЯ РЕГІОНІВ В КОНТЕКСТІ КОНВЕРГЕНТНИХ ОЗНАК

*У статті розглянуто конвергентні зв'язки на різних ієрархічних рівнях міжнародної економічної системи. Встановлено, що побудова типології регіонів є важливим як для системного опису і діагностики соціально-економічного стану регіонів, так і для здійснення завдань державної регіональної політики. Обґрунтовано, що методи, механізми і заходи щодо регіонального розвитку та конвергенції мають враховувати особливості розвитку типів регіонів, які виділяються з урахуванням економічних, соціальних, геополітичних та інших важливих умов. Сформовано типологію регіонів за конвергентними ознаками та систематизовано їх з існуючими видами. Обґрунтовано класифікацію конвергенції регіонів та запропоновано їх авторську класифікацію. Встановлено, що конвергенція регіонів може охоплювати кількісні та якісні категорії, може розглядатися у часі, за ступенем впливу на об'єкт дослідження, за масштабами та потужністю, що у сукупності формує розуміння конвергентної еластичності, як показника мінливості форми та територіального розмаїття її прояву. Обґрунтовано синхронізацію класифікаційних ознак регіонів та регіональної конвергенції через створення трьох груп класифікаційних ознак, що дозволить забезпечити координацію дій між різними регіонами. Встановлено, що визначення типології регіонів та конвергенції між ними дає змогу сформувати бачення щодо подальшої співпраці між регіонами, виділення їх слабких та сильних сторін, однакових критеріїв для ідентифікації спільних рис регіонів, у подальшому дозволить здійснювати порівняння між різними територіями та визначати області, які потребують збалансованого розвитку. Визначено, що ефективний соціально-економічний розвиток регіонів має бути досягнутим за умови органічного поєднання регіональних економічних систем як єдиного цілого, що дозволить забезпечити рівновагу та оптимальну структуру економіки регіонів.*

**Ключові слова:** регіон, зближення, інтеграція, конвергенція, типи, класифікація.

O. V. YAKUSHEVA

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Economics and Management  
Cherkasy State Technological University  
ORCID: 0000-0002-4849-0323

## TYPOLOGY OF REGIONS IN THE CONTEXT OF CONVERGENT CHARACTERS

*The article examines convergent relations at different hierarchical levels of the international economic system. It was established that the construction of a typology of regions is important both for the systematic description and diagnosis of the socio-economic state of the regions, and for the implementation of the tasks of state regional policy. It is substantiated that methods, mechanisms and measures for regional development and convergence should take into account the peculiarities of the development of types of regions, which are distinguished taking into account economic, social, geopolitical and other important conditions. A typology of regions based on convergent features was formed and they were systematized with existing species. The convergence classification of regions is substantiated and their author's classification is proposed. It was established that the convergence of regions can cover quantitative and qualitative categories, can be considered in time, by the degree of influence on the object of research, by scale and power, which collectively forms an understanding of convergent elasticity as an indicator of the variability of the form and territorial diversity of its manifestation. Synchronization of the classification features of regions and regional convergence through the creation of three groups of classification features is substantiated, which will ensure coordination of actions between different regions. It has been established that the definition of the typology of regions and the convergence between them makes it possible to form a vision for further cooperation between regions, to highlight their weaknesses and strengths, the same criteria for identifying the common features of regions, in the future it will allow to make comparisons between different territories and to identify areas that need a balanced development. It was determined that effective socio-economic development of regions should be achieved under the condition of organic combination of regional economic systems as a single whole, which will ensure balance and optimal structure of regional economy.*

**Key words:** region, convergence, integration, convergence, types, classification.

### Постановка наукової проблеми

Сучасні тенденції інтернаціоналізації та глобалізації у світі висувають необхідність поширення економічної інтеграції та співпраці між різними за рівнем розвитку країнами, дослідження якісних характеристик стратегій їх збалансування та формування соціально-економічного потенціалу регіонів країни. Притому для розуміння ступеня інтеграції між країнами важливим напрямком розкриття проблем збалансування економіки є формування та визначення типології регіонів за економічним і соціальним розвитком в глобальному просторі, а також класифікації конвергенції між регіонами для побудови майбутніх перспектив розвитку територій країни. Питання збалансованого економічного розвитку регіонів розглядаються як на національному, так і на міжнародному рівнях, притому існує взаємозв'язок між цими рівнями, які визначаються у міжнародних документах.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Питаннями регіонального диспропорційного розвитку займалися такі зарубіжні вчені, як У. Айзард, Дж. К. Гелбрейт, Г. Мюрдаль та ін. З вітчизняних вчених такими проблемами займалися З. Варналій, В. Гець, Я. Жаліло, Б. Данилишин та інші. Значний внесок у розвиток конвергенції та її класифікації зробили такі вчені: М. Долішній, С. Дорогунцов, Л. Чернюк, П. Борщевський, Л. Шевчук, І. Сторонянська, В. Чужиков. Проте варто зазначити про відсутність досліджень щодо взаємозв'язку типів регіонів та їх конвергенції між собою, як основи інтеграційних процесів та збалансованого економічного розвитку економіки країни.

### Формулювання мети дослідження

Метою статті є визначення типології регіонів та їх взаємозв'язку із конвергентними процесами в економіці.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Поширення конвергентних процесів за останні роки охоплює майже усі континенти, тим самим утворюючи численні інтеграційні групи або союзи. За даними Світової організації торгівлі на початок 2011 р. налічувалося 453 реально діючих регіональних торгово-економічних об'єднань, притому 123 з них були зареєстровані після 1995 р., з початку створення організації [1]. Такі організації дають змогу вибудовувати партнерські відносини між усіма країнами світу та формувати підґрунтя для конвергентного розвитку регіонів, країн та територій.

На сьогоднішній день існує достатня кількість досліджень щодо типології регіонів залежно від різних факторів та умов. Більшість дослідників виділяють трьохмірну типологізацію регіонів: рівень економічного розвитку, поточний стан економіки, соціальної сфери і природного середовища, геополітичні характеристики. М. Фащевський виділяє найбільшу кількість ознак, за якими класифікує типи регіонів. Розглянемо більш детально їх види [2]:

1. За рівнем економічного розвитку: високо розвинуті; регіони, що розвиваються; слабо розвинуті регіони.
2. За рівнем соціально-економічного розвитку: занепадаючі. самопідтримуючі, відкрито зростаючі, з прискореним розвитком.
3. За фінансовим становищем: стабільні, нестабільні, кризові/депресивні.
4. За рівнем природного і соціально-культурного потенціалу: індустріальні, індустріально-аграрні, аграрні, сировинні.
5. За особливостями геопросторової організації: центральні, периферійні, прикордонні, міждержавні/трансграничні.
6. За стратегічною складовою: старопромислові регіони, регіони перехідного типу, регіони, що освоюються.

С. Холланд за рівнем соціально-економічного розвитку регіонів виділяє наступні їх види [3]: надмірно розвинуті, нейтральні, депресивні, недорозвинуті, посередні, прикордонні.

В. Winiarski виділяє категорію депресивності територій та пропонує трирівневу класифікаційну ознаку регіонів за рівнем депресивності [4]:

- а) розвинуті і які продовжують розвиватися: розвиваються динамічно і гармонійно; забезпечені умовами до прискорення процесів зростання, вимагають гармонізації процесів зростання;
- б) запізнюються з розвитком: 1) не розвинені, потребують активізації: нових можливостей; в очікуванні; прикордонні; 2) депресивні: потребують реструктуризації; потребують генеральної реконструкції.

Д. Марінеллі пропонує виділяти регіони за ступенем складності [5]: елементарні, складні, інтегральні. К. Фремон пропонує класифікувати регіони за рівнем виробничих відносин [6]: слабкі, зрілі, динамічні. Г. Воронова висуває типологію регіонів за рівнем регіонального розшарування [7]: асиметричний, гармонійний, нейтральний.

Варто зазначити, що серед існуючих досліджень регіоналісти не виокремлюють класифікацію регіонів, за якою можна визначити готовність того чи іншого типу до здійснення процесів конвергенції, що може бути застосована до певних територій, та, як правило, узагальнюють наявні типи регіонів. У зв'язку з цим у таблиці 1 було сформульовано типологію регіонів за конвергентними ознаками, яка дає змогу доповнити та розширити існуючу класифікацію і у більш широкому розумінні демонструвати пріоритетність конвергенції в регіональному просторі.

В результаті проведених емпіричних досліджень було сформовано 17 класифікаційних ознак регіонів, сім із яких було розроблено автором. Для розуміння понять збалансування рівня економічного розвитку регіонів розглянемо класифікацію конвергенції регіонів, яка притаманна певним його типам.

Таблиця 1

## Типологія регіонів за конвергентними ознаками

Класифікаційна ознака	Типологія
1. За функціональним наповненням	одноманітні; домінуючі; специфічні
2. За типом регіональної політики	ендогенна регіональна політика (внутрішній розвиток регіонів через мобілізацію власних ресурсів); екзогенна регіональна політика (вплив держави на розвиток регіонів)
3. За рівнем інвестиційної привабливості	інвестиційно привабливий; інвестиційно можливий; інвестиційно непривабливий
4. За рівнем самоорганізації	самостійні; частково самостійні; залежні від інших регіонів
5. За типом залежності	з ресурсною залежністю; з технологічною залежністю; регіон з фінансовою залежністю
6. За рівнем міжрегіональних зв'язків	партнерські; частково відособлені; відособлені
7. За напрямом розміщення виробництва	регіони полюсного росту (концентрація виробництва в центрі); регіони розосередженого росту (виробництво розміщено по території області)

Джерело: розроблено автором

Л. Бенюська, І. Вахович, І. Ропотан у своїх дослідженнях висувують наступні класифікаційні ознаки конвергенції регіонів [8; 9]:

1) За напрямом зближення: додатна – передбачає наближення рівня розвитку слаборозвинутих регіонів до швидко розвинутих за рахунок підвищення рівня розвитку менш розвинутих; від'ємна – передбачає наближення рівня розвитку швидко розвинутих регіонів до слаборозвинутих за рахунок зменшення рівня розвитку більш розвинутих регіонів.

2) За динамікою рівня: наростаюча – передбачає зростання темпу зближення параметрів; стабільна – передбачає планомірний темп зближення параметрів; спадаюча – передбачає гальмування темпу конвергентності.

3) За стартовими умовами: абсолютна – передбачає однорідність об'єктів та наявність траєкторії росту для усіх економік; умовна – передбачає наявність фундаментальних відмінностей і неможливість забезпечення однорідності регіонів, що спричиняє різні траєкторії економічного росту; клубна – передбачає об'єднання групи економік регіонів, що мають єдиний вектор розвитку за певними характеристиками, а не загальну для усіх економік траєкторію розвитку.

Я. Тінберген, Р. Арон, Дж. Гелбрейт, П. Грегори [10–13] виділяють еталонну конвергенцію, яка розглядає рівень наближення до оптимального значення. Автором запропоновано доповнити еталонну конвергенцію ще одним типом – дзеркальною, яка розглядає рівень зближення регіонів між собою. Такі типи конвергенції запропоновано об'єднати у класифікаційну ознаку за ступенем порівняння.

А. Сищук, К. Деделюк, І. Мотовильська [14] за критеріями конвергенції виділяють наступні її види: номінальна – визначається за сукупністю критеріїв ЄС; реальна – визначається за величиною реального ВВП на душу населення.

Р. Барро, Х. Сала-і-Мартін, Р. Солоу, Т. Сван, М. Кизим, О. Гейман, О. Верстяк [15–20] висувують одну з найбільш поширених серед наукових досліджень класифікацію – за причинами конвергенції, до якої відносять:

1)  $\beta$ -конвергенція: *безумовна* – передбачає більш високі темпи розвитку у бідніших регіонах, ніж у багатих за рахунок вищої віддачі від капіталу; *умовна* – передбачає переслідування загальної мети довгострокової рівноваги усіх регіонів за темпами розвитку

2)  $\sigma$ -конвергенція – передбачає зменшення різниці в рівнях доходу на душу населення.

Більшість наукових дослідників [8; 9; 15–20] пропонують наступну класифікацію конвергенції регіонів:

1) За об'єктами дослідження: зовнішня – показує рівень зближення між країнами; внутрішня – показує рівень зближення між регіонами країни.

2) За рівнем впливу: високий рівень – конвергенція здійснюється на усіх рівнях; низький рівень – конвергенція здійснюється на одному або кількох рівнях.

Серед наявної класифікації конвергенції регіонів варто зазначити відсутність таких класифікаційних ознак, які б дали змогу охарактеризувати конвергенцію за галузевою спрямованістю, за змістовним наповненням, за тривалістю здійснення, за масштабом зближення тощо. Тобто, розширення класифікаційних ознак дає змогу більш якісно деталізувати тип та походження конвергенції відповідно до її характеру.

У таблиці 2 автором запропоновано типологію конвергенції регіонів з метою доповнення існуючої класифікації та розширення розуміння та меж конвергентних процесів в регіональному просторі. Проведені емпіричні дослідження дали змогу сформулювати 18 класифікаційних ознак конвергенції регіонів, 11 з яких було розроблено автором та виділено їх типологію. Враховуючи запропоновану класифікацію конвергенції регіонів можна зробити висновки, що вона може охоплювати кількісні та якісні категорії, може розглядатися у часі, за ступенем впливу на об'єкт дослідження, за масштабами та потужністю, що у сукупності формує розуміння конвергентної еластичності, як показника мінливості форми та територіального розмаїття її прояву.

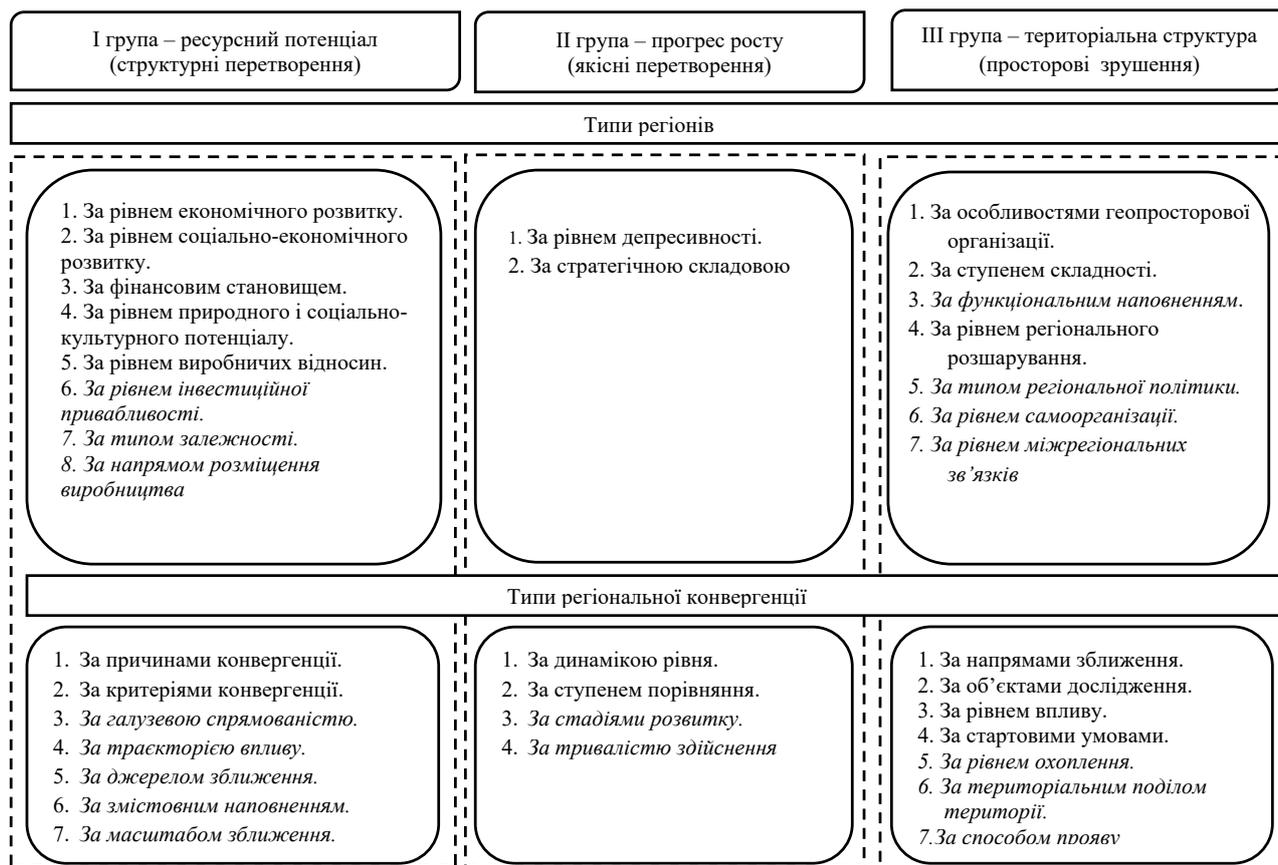
Таблиця 2

## Класифікація конвергенції регіонів

Класифікаційна ознака	Типологія
1. За об'єктами дослідження	Макрорівень – показує рівень зближення між країнами. Мезорівень – показує рівень зближення між регіонами. Мікрорівень – показує рівень зближення між підприємствами та галузями економічної діяльності
2. За галузевою спрямованістю	Економічна – передбачає єднання виробничих, макроекономічних складових з метою руху по траєкторії збалансованого росту. Інституційна – передбачає наявність нормативно-правового забезпечення та державного апарату управління, що імплементують зближення рівнів розвитку регіонів. Соціальна – єдність людського капіталу та трудових ресурсів для забезпечення систематичного та згуртованого розвитку регіонів. Технологічна – передбачає, що розвиток технологій та інновацій сприяють урівноваженню розвитку регіонів. Культурна – зближення рівня розвитку регіонів за спільними етнічними та духовними складовими. Інформаційна – передбачає інтеграцію та відкритість комунікаційних зв'язків регіонів з метою підвищення рівня їх розвитку
3. За змістовним наповненням	Якісна – єднання пріоритетів, принципів та напрямів діяльності регіонів. Кількісна – урівноваження параметрів та індикаторів розвитку регіонів
4. За стадіями розвитку конвергенції	Початкова – являє собою вихід у інтегроване економічне середовище. Зріла – має широкий вплив на усі показники збалансованого розвитку регіонів та стабільний процес інтеграції
5. За траєкторією впливу	На темпи росту – зближення різних економік до єдиної траєкторії темпів росту. На рівень доходу – наближення різних економік до єдиної траєкторії рівня доходу
6. За тривалістю здійснення	Довготривала – зближення рівня розвитку територій у довгостроковому періоді. Короткотривала – зближення рівня розвитку територій у короткостроковому періоді
7. За масштабом зближення	Глобальна – зближення між більшістю параметрів розвитку регіону. Локальна – зближення територій за окремими параметрами
8. За рівнем охоплення території	Стала – зближення регіонів, що потребують «дотягування» або наближення рівня розвитку до еталонного. Перспективна – зближення групи перспективних регіонів за наявним потенціалом. Змішана – інтеграція депресивних та перспективних регіонів
9. За територіальним поділом	Трансрегіональна – передбачає об'єднання економік регіонів прикордонних територій різних країн. Міждержавна – об'єднання економік різних держав. Міжрегіональна – об'єднання економік регіонів країни
10. За способом прояву	Явна – законодавчо регламентована та економічно обумовлена система зближення рівня розвитку регіонів. Прихована – інтеграція потенціалу регіонів без встановлених норм, які обумовлені суб'єктивними причинами
11. За джерелом зближення	Ендогенна – передбачає згуртування регіонів внаслідок внутрішніх факторів розвитку (доля ВРП, рівень безробіття, рівень міграції, доля МСБ тощо). Екзогенна – передбачає згуртування регіонів внаслідок зовнішніх факторів розвитку за межами країни (глобалізація, цифровізація, транснаціоналізація)

Джерело: розроблено автором

З огляду на різносторонній характер прояву конвергенції залежно від значної кількості різних ознак, вважаємо доцільним співставлення ідентичних характеристик регіонів та потенційного типу конвергенції до нього. Для цього було сформовано три групи характерних ознак конвергенції – за наявністю ресурсного потенціалу регіону, зв прогресом зростання та за просторовими зрушеннями (рис. 1). Серед запропонованих автором груп систематизовано типи регіонів та регіональної конвергенції, притому курсивом позначені такі, що розроблені автором.



**Рис. 1. Синхронізація класифікаційних ознак регіонів та регіональної конвергенції**

Джерело: складено автором

За даними рисунку 1 найбільшою класифікацією є група ресурсного потенціалу, яка демонструє структурні перетворення в регіоні та дає змогу побачити типи конвергенції, які можуть бути визначені для таких регіонів. Друга група, яка виділяє регіони за якісними характеристиками, такими як: зрілість, інноваційність, динамічність розвитку, темп зближення, порівняння рівнів зближення, тривалість здійснення та ін., охоплює меншу кількість класифікацій, оскільки якісні перетворення можна визначити як правило шляхом експертних міркувань. Третя класифікаційна група дає змогу зіставити типи регіонів та конвергенції залежно від таких просторових зрушень, як: симетричність розвитку, самостійність, партнерство та ін.

#### Висновки та перспективи подальшого дослідження

Визначення типології регіонів та конвергенції між ними дає змогу сформулювати бачення щодо подальшої співпраці між регіонами, виділення їх слабких та сильних сторін, однакових критеріїв для ідентифікації спільних рис регіонів, що дозволить здійснювати порівняння між різними територіями та визначати області, які потребують збалансованого розвитку. Симбіоз означених характеристик кожної групи класифікації регіонального простору, його функціонування та взаємодія з іншими суб'єктами дозволить забезпечити координацію дій між різними регіонами.

#### Список використаної літератури

1. World Trade Report 2021. WTO. N.-Y.; Geneva, 2021. P. 47.
2. О.В. Ольшанська М.І. Фащевський, І.В. Білоконь. Регіональна економіка: тексти лекцій за заг. ред. М.І. Фащевського, О.В. Ольшанської. К.: КНЕУ, 2009. 328 с.
3. Holland S. The Market Economy: From Micro to Meso-economics. S. Holland. London: Palgrave Macmillan, 1987. 363 p.
4. Winiarski B. Polityka regionalna, Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, 1976.
5. Розміщення продуктивних сил України: підручник/ за ред. Є. Ф. Качана. До.: Юридична книга, 2001. 367 с.
6. Регіональна економіка: підручник / В.І. Лишиленко К: «ЦУЛ» 2011 С. 25-37.
7. Воронова Г. Г. Регіональні диспропорції соціально-економічного розвитку як загроза економічній безпеці держави. Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля. Д., 2012. № 10 С. 18–24.

8. Бенювська Л. Я. Оцінка конвергентного розвитку регіонів України. Економічні науки. Серія: Регіональна економіка. 2013. Вип. 10. С. 5–11.
9. Вахович І. М., Ропотан І. В. До питання обґрунтування сутності регіональної конвергенції сталого розвитку. *Економічний форум*. 2013. № 4. С. 50–55.
10. Tinbergen Jan. *Shaping the World Economy : Suggestions for an International Economic Policy* / Jan Tinbergen. New York, The Twentieth Century Fund, 1962. 330 p.
11. Арон Р. Мир і війна між націями / Реймон Арон ; [пер. з фр. В. Шовкун, З. Борисюк, Г. Філіпчук]. К.: Юніверс, 2000. 688 с.
12. Galbraith J.K. *Economics and the Public Purpose*, Penguin. Harmondsworth, UK. 1973.
13. Gregory, Paul R.; Ruffin, Roy J. *Principles of Macroeconomics*, Addison Wesley, 2001, 7th edition.
14. Сишук А. А., Деделюк К. Ю., Мотовильська Л. І. Економічна конвергенція: європейський контекст для України. *Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки*. 2008. №. 6. С. 168-172.
15. Solow Robert M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economic*. 1959. 70, February. P. 65-94.
16. Swan Trevor W. "Economic Growth and Capital Accumulation". *Economic Record*, 32, November. 1956. P. 334–361.
17. Barro, R. J., Ursúa, J. F., & Weng, J. Macroeconomics of the Great Influenza Pandemic, 1918-1920. *Research in Economics*, 2022. 76 (1), 21-29.
18. Kizim, N. A., Rayevneva, E. V., and Bobkova, A. Neravno-mernost regionalnogo razvitiya v Ukraine: teoreticheskiye osnovy, instrumentariy diagnostiki, tendentsii [The uneven regional development in Ukraine: theoretical foundations, diagnostic tools, trends]. Kharkiv: INZhEK, 2011.
19. Sala-i-martin, X. "Regional Cohesion: Evidence and Theories of Regional Growth and Convergence": <http://www.econ.upf.edu/docs/papers/downloads/104.pdf> (дата звернення 12.04.2023).
20. Верстяк О. М. Модель зовнішнього сектора економіки України з країнами-найбільшими партнерами / О. М. Верстяк, А. В. Верстяк. *Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту*. Економічні науки. 2009. Вип. 3. С. 79-88. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchtei\\_2009\\_3\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchtei_2009_3_11)

#### References

1. World Trade Report 2021. (2021). *WTO*. N.-Y.; Geneva. P. 47.
2. О. Olshanska M. Fashchevskiy, I. Squirrel (2009). *Regional economy: texts of lectures on general ed. E. Fashevsky, O.V. Olshanskaya*. K.: KNEU, 328p.
3. Holland S. (1987). *The Market Economy: From Micro to Mesoeconomics*. London: *Palgrave Macmillan*, 1987. 363 p.
4. Winiarski B. (1976). *polityka regionalna*, Warszawa: *Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne*.
5. E. F. Kachan (2001). *Placement of productive forces in Ukraine: Textbook.: Legal book*, 367 p.
6. V. Lyshilenko (2011). *Regional economy: a textbook*. K: "TsUL". pp. 25-37, 310-318.
7. Voronova H.G. (2012). Regional disparities in socio-economic development as a threat to the economic security of the state. *Bulletin of the Eastern Ukrainian National University named after Volodymyr Dahl*. D., № 10, pp. 18– 24.
8. Benovska L. Ya. (2013). Assessment of convergent development of the regions of Ukraine. *Economic sciences*. Series: Regional economy. Issue 10. P. 5–11.
9. Vakhovich I., Ropotan I. (2013). To the issue of substantiating the essence of regional convergence of sustainable development. *Economic Forum*. №. 4. P. 50–55.
10. Tinbergen Jan. (1962). *Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy*. *New York, The Twentieth Century Fund*. 330 p.
11. Aron R. (2000). *Peace and war between nations* / Raymond Aron; [trans. from Fr. V. Shovkun, Z. Borisyuk, G. Filipchuk]. K.: *Universe*, 688. P.
12. Galbraith, J.K. (1973), *Economics and the Public Purpose*, *Penguin. Harmondsworth*, UK.
13. Gregory, Paul R., Ruffin, Roy J. (2001). *Principles of Macroeconomics*, *Addison-Wesley*, 7th edition.
14. Syschuk A., Dedelyuk K., Motovylska L.(2008). *Economic convergence: the European context for Ukraine*. *Scientific bulletin of Lesya Ukrainka Volyn National University*. №. 6. P. 168-172.
15. Solow Robert M. (1959). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economic*. 70, February. P. 65-94.
16. Swan Trevor W. "Economic Growth and Capital Accumulation". *Economic Record*, 32, November. 1956. P. 334–361.
17. Barro, R. J., Ursúa, J. F., & Weng, J. Macroeconomics of the Great Influenza Pandemic, 1918-1920. *Research in Economics*, 2022. 76 (1), 21-29.

18. Kizim, N, Rayevneva, E., and Bobkova, A. (2011). The uneven regional development in Ukraine: theoretical foundations, diagnostic tools, trends. Kharkiv: *INZhEK*.

19. Sala-i-martin, X. "Regional Cohesion: Evidence and Theories of Regional Growth and Convergence" <http://www.econ.upf.edu/docs/papers/downloads/104.pdf> (accessed 12.04.2023).

20. Verstyak O. (2009). The model of the external sector of the economy of Ukraine with the largest partner countries. Bulletin of the Chernivtsi Trade and Economic Institute. *Economic sciences*. Issue 3. P. 79-88. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchtei\\_2009\\_3\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchtei_2009_3_11) (accessed 10.04.2023).

І. В. ЯЦКЕВИЧ

доктор економічних наук, професор,  
професор кафедри менеджменту, фінансів і бізнес-технологій  
Національний університет «Одеська політехніка»  
ORCID: 0000-0003-0210-6135

## КРЕАТИВНІСТЬ У КОГНІТИВНОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ

*Мета роботи – є дослідження ролі креативності у когнітивному менеджменті.*

*Найважливішими ресурсами розвитку підприємства останнім часом стають люди та знання, якими вони володіють, зокрема, інтелектуальний капітал, професійна компетенція. Відбуваються серйозні соціально-економічні та технологічні зміни, що стимулюють увагу до більш ефективного управління інтелектуальними ресурсами підприємства. У роботі обґрунтовано, що інтелектуальні ресурси є сукупністю накопичених знань які створюються, поширюються та використовуються, сприяють формуванню нових управлінських технологій та підходів у менеджменті, як приклад когнітивний підхід.*

*У роботі досліджено зміст, роль когнітивного менеджменту та основні його принципи на підприємствах.*

*Обґрунтовано, що у когнітивному менеджменті головне – є постійне навчання з урахуванням досвіду функціонування та розвитку підприємства у відповідному підприємницькому середовищі; систематичне управління бізнес-процесами, з яких знання ідентифікуються, накопичуються, розподіляються та застосовуються.*

*Всі працівники підприємства володіють відповідними знаннями, які здатні отримувати нові знання, удосконалювати їх, розвивати свою особистість, проявляти креативність, особливо у наш шалений і динамічний час інформаційного вибуху.*

*У роботі досліджено роль працівників управління як креативників. У роботі визначено значимість креативності для підприємства, його особливості.*

*Обґрунтовано, що креативний менеджмент стає важливим елементом системи управління сучасних підприємств та представляє специфічну систему управління творчим процесом розробки і реалізації креативної ідеї, заснованих на нестандартних й оригінальних рішеннях, як наслідок визначено – мета, роль, завдання.*

*У роботі досліджено роль працівників управління як креативників на підприємстві та обґрунтовано їх значимість для когнітивного менеджменту*

**Ключові слова:** знання, інтелектуальний капітал, когнітивний менеджмент, креативник, креативність, працівник управління.

I. V. YATSKEVYCH

Doctor of Economics Sciences, Professor,  
Professor at the Department of Management,  
Finance and Business Technologies  
Odesa Polytechnic National University  
ORCID: 0000-0003-0210-6135

## CREATIVITY IN COGNITIVE MANAGEMENT

*The purpose of the work is to study the role of creativity in cognitive management.*

*People and the knowledge they possess, in particular, intellectual capital, professional competence, have recently become the most important resources for the development of an enterprise. Serious socio-economic and technological changes are taking place, stimulating attention to more effective management of the company's intellectual resources. The work substantiates that intellectual resources are a set of accumulated knowledge that is created, distributed and used, contribute to the formation of new management technologies and approaches in management, as an example of a cognitive approach.*

*The content, role of cognitive management and its basic principles at enterprises are explored in the work.*

*It is substantiated that the main thing in cognitive management is constant training taking into account the experience of the operation and development of the enterprise in the relevant business environment; the systematic management of business processes from which knowledge is identified, accumulated, distributed and applied.*

*All employees of the enterprise have relevant knowledge, which are able to acquire new knowledge, improve it, develop their personality, show creativity, especially in our crazy and dynamic time of information explosion.*

*The paper examines the role of management employees as creative people. The work defines the importance of creativity for the enterprise, its features.*

*It is substantiated that creative management becomes an important element of the management system of modern enterprises and represents a specific system of management of the creative process of development and implementation of a creative idea, based on non-standard and original solutions, as a result of which the purpose, role, and tasks are defined.*

*The work examines the role of management employees as creatives in the enterprise and substantiates their significance for cognitive management*

**Key words:** *knowledge, intellectual capital, cognitive management, creative, creativity, management employee.*

### **Постановка проблеми**

Потреби сталого, збалансованого та соціально-орієнтованого розвитку сучасного підприємства вимагають оперативного та системного залучення до підприємницької діяльності весь потенціал та ресурси – матеріальні, технічні, людські та інтелектуальні. Зазначені ресурси у сьогоденні складають основу розвитку будь-якого підприємства, а ефективність їхнього використання стає найбільш об'єктивним показником інтелектуального рівня керівництва підприємства. Як наслідок, керівники підприємств приділяють особливу увагу стимулюванню працівників та більш ефективно управляють інтелектуальними ресурсами та знаннями працівників.

Інтелектуальні ресурси є основою добробуту підприємств. Вони поряд з матеріальними ресурсами, визначають конкурентоспроможність підприємства та стають ключовим фактором його розвитку. В умовах підвищення технічного рівня і зростання потреби в удосконаленні технологій реалізації бізнес-процесів та використанні цифровізації, особлива увага зростає до інтелектуальних ресурсів підприємства поряд з основними та оборотними засобами.

Інтелектуальні ресурси є сукупністю накопичених знань за розробленими технологіями та науковими відкриттями [1; 2]. Вони включають результати творчої та інтелектуальної роботи працівників, а також організаційні знання, властиві кожному підприємству [1...3]. Однак, за останні роки змінився процес отримання нових знань: розвиток цифровізації торкнувся безпосередньо інноваційного процесу. Кардинально оновилися інструменти, за допомогою яких створюються поширюються та використовуються знання. У цих умовах розвиваються нові управлінські технології та підходи у менеджменті, зокрема когнітивний підхід.

У процесі своєї діяльності підприємства накопичують великий обсяг знань з вирішення проблем / ситуацій, задоволення запитів споживачів, стейкхолдерів та роботу з органами виконавчої влади тощо. Ці знання зберігаються, систематизуються, узгоджуються та організовуються й можуть бути розподілені у хмарному сховищі для подальшого використання працівниками.

Таким чином, знання – це один із найважливіших активів підприємства. Вони не народжуються власними силами, але виникають у результаті трансформації одних елементів інформаційного простору в інші. Знання повинні працювати, давати позитивний результат підприємству та стати її інтелектуальним капіталом. Інтелектуальний капітал – структуровані ідеї, різні типи знань, інновації [3] та знання, навички й виробничий досвід конкретних людей і нематеріальні активи підприємства, а також організаційні та ринкові можливості, інформаційні канали, які конвертовані у вартість і формують конкурентоспроможність підприємства [4]. Варто зазначити, що знання генеруються, вони можуть бути класифіковані та впорядковані, перенесені з однієї ситуації до іншої, їх можна використовувати. Мета процесів генерації знань – допомога тим, хто їх створює, класифікує, упорядковує та використовує у поповненні чи переосмисленні власних знань. Процеси управління знаннями на підприємстві та ефективне їх використання пов'язані з концепцією когнітивного менеджменту [5].

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Дослідження певних аспектів когнітивності висвітлювалися у роботах таких вчених-економістів, як Т. Лазоренко, М. Лазаренко, А. Оверчук, І. Онищенко, Ю. Слюсарчук, Л. Тимошенко, О. Трухан, Л. Цимбал, В. Цимбал та інші [5...12]. У роботах [13] зазначено, що когнітивний менеджмент формується на базі когнітивної науки – «наука про пізнавальні процеси», що вивчає процеси сприйняття, пізнання, розуміння, уявлення, мислення, рефлексії та навчання, моделює принципи організації та роботи природних і штучних інтелектуальних систем, ґрунтуючись як на аналітичному, так і синтетичному підході. Водночас, когнітивна наука є широкою областю дослідження, а предмет її досліджень – розумні системи [13...15].

Когнітивний менеджмент виник із розуміння того факту, що напрями конкуренції змінилися, і боротьба за інтелектуальні ресурси потіснила залежність від природних ресурсів. Однак, інтелектуальні ресурси не можливі без креативності, яка характеризує ефективність їхнього використання, що обґрунтовує подальші наукові дослідження щодо ролі креативності у когнітивному менеджменті.

### **Формулювання мети дослідження**

Мета роботи – дослідження ролі креативності у когнітивному менеджменті.

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

Когнітивний менеджмент розглядається як один із проявів когнітивної економіки та є системою використання знань співробітників для формування ключових конкурентних переваг підприємства [16]. Основними елементами когнітивного управління є когнітивні системи та технології. З точки зору цифрової економіки, когнітивні системи є інтелектуальними програмами, які крім роботи за заданим алгоритмом, можуть враховувати зовнішні фактори, аналізувати дані, робити висновки, використовувати результати минулих обчислень та інші джерела, а також працювати з великими масивами неструктурованих даних. Такі системи легко адаптуються до змін, мають власності інтерактивності, самонавчаються та враховують контекст у процесі аналізу.

Когнітивний менеджмент визначається як систематичне управління процесами, за допомогою яких знання ідентифікуються, накопичуються, розподіляються та застосовуються в організації для покращення її діяльності. Дослідження низки джерел [5; 6; 16; 17] дозволили визначити та систематизувати основні принципи когнітивного менеджменту на підприємствах:

- знання виникають і перебувають в умах працівників;
- спільне використання знань передбачає довіру;
- цифровізація примножила нові форми когнітивної поведінки;
- спільне використання знань на підприємстві повинна підтримуватися та винагороджуватися;
- необхідно управляти, координувати, контролювати знаннями та заохочувати працівників до удосконалення знань;
- ініціативи працівників щодо використання знань передаються та оформлюються відповідними звітами;
- ініціативи працівників слід оцінювати за допомогою якісних та кількісних показників.

Отже, головне у когнітивному менеджменті – це постійне навчання з урахуванням досвіду функціонування та розвитку підприємства у відповідному підприємницькому середовищі; систематичне управління бізнес-процесами, з яких знання ідентифікуються, накопичуються, розподіляються та застосовуються. Як наслідок, знання стають найважливішим ресурсом, ключовим напрямом розвитку й позиціонування у підприємницькому середовищі.

Основною тенденцією в галузі когнітивного менеджменту стає активне застосування інформаційно-аналітичних та когнітивних систем прийняття управлінських рішень на підприємстві під впливом цифровізації. Враховуючи різноманіття завдань, які вирішуються у процесі управління, в організаційній структурі управління підприємством присутні кілька інформаційних верств, відповідних рівням управління: оперативні, поточні і стратегічні [18]. Як наслідок, менеджери вищої ланки ухвалюють стратегічні рішення. Управлінські рішення приймають менеджери середньої ланки, а лінійні менеджери та оператори – оперативні та поточні рішення. Відповідно, всім працівникам підприємства властиві відповідні знання, які характеризують їх компетентність, грамотність, кваліфікацію і вони здатні отримувати нові знання й удосконалювати їх за рахунок особистої думки та логіки, тобто – креативності.

Працівники управління (креативники) – це працівники, які створюють інформацію та знання у процесі своєї діяльності, інтегрують їх у бізнес-процес або трансформують у бізнес-рішення, з урахуванням підприємницького потенціалу та під впливом зовнішнього середовища. Відповідно до когнітивного менеджменту, працівники управління (креативники) – це менеджери знань підприємства, фінансові та маркетингові аналітики, плановики виробництва, інженери вищої кваліфікації, юристи, системні інтегратори, які відповідальні за пошук (розвиток) нових знань для отримання синергетичного ефекту від співвідношення існуючих знань, креативності та врахування змін підприємницького середовища. Вони діють як провідники впровадження нових процедур, технологій або процесів, висування нестандартних, оригінальних ідей та їх практичної реалізації та комерціалізації, тобто реалізують креативний менеджмент.

Огляд джерел [19...22] дає можливість зазначити, що у цілому креативний менеджмент – сукупність цілеспрямованих дій і вчинків керівників підприємства (відділів, підрозділів), спрямованих на акумулювання креативних ідей щодо розв'язання виробничо-господарських проблем, подолання їх наслідків, а також сприяння творчому розвитку трудового колективу й окремих працівників.

Креативний менеджмент спрямований на розробку та впровадження креативних ідей (креативності) в управлінській діяльності у питаннях планування, організації, мотивації, контролю, комунікацій та технологій прийняття управлінських рішень на всіх стадіях бізнес-процесів підприємства.

Креативність – це зміни в інструментах, методах, технологіях та механізмах процесу управління підприємством, які відрізняються від попередніх аналогів, впроваджених в управлінську практику та спрямованих на підвищення ефективності діяльності підприємства. Креативність на підприємстві є специфічним об'єктом управління, особливості якого зумовлюються такими обставинами:

- спрямованістю стратегічного управління підприємств на постійне зростання, оперативне освоєння і підприємствами новітніх досягнень у сферах науки та техніки, що забезпечують інтенсифікацію поточної діяльності та створення або удосконалення виробничих і ринкових можливостей;
- зростанням значення фінансових механізмів у діяльності підприємств з метою забезпечення їхньої фінансової стійкості, оздоровлення, зниження витрат;
- підвищенням ролі інтелектуальних ресурсів та креативності;
- посиленням впливу працівників управління в організаційній системі підприємства у сфері ефективності прийняття креативних управлінських рішень відповідно до змін підприємницького середовища;
- необхідністю збереження лідерства та переваг підприємства на ринку, – креативність визначає постійне здійснення, відтворення креативних управлінських рішень та продуктів (виробів);
- пошук нових напрямів розвитку підприємства в умовах надзвичайних ситуацій й під впливом змін зовнішнього середовища (воєнні дії, пандемія, цифровізація тощо), вимагають прийняття креативних рішень.

Креативний менеджмент стає важливим елементом системи управління сучасних підприємств та представляє специфічну систему управління творчим процесом розробки і реалізації креативної ідеї, заснованих на нестандартних й оригінальних рішеннях. Мета функціонування системи креативного менеджменту – забезпечення на основі механізмів пошуку та реалізації нестандартних та оригінальних рішень динамічного, стійкого, збалансованого та ефективного розвитку підприємств.

Системи креативного менеджменту підприємств сприяє:

- зміні організаційної структури управління, бізнес-процесів, що відбуваються на підприємстві;
- реалізації нових алгоритмів, методів прийняття і реалізації управлінських рішень та формує нові знання;
- підвищення якості створення і реалізації продукції (виробу), обслуговування клієнтів та механізми просування виробленої продукції на ринку тощо.

Основними завданнями, що стоять перед системою креативного менеджменту підприємств, є:

- удосконалення інструментів та методів менеджменту у процесі реалізації основних функцій управління підприємством;
- активізація та ефективне використання інтелектуальних ресурсів управлінського персоналу;
- розробка, адаптація та реалізація креативних управлінських рішень на основі висування креативної ідеї;
- комплексна оцінка ефективності використання інтелектуального ресурсу управлінського персоналу та реалізації креативних ідей.

Досягнення цілей та завдань креативного менеджменту вимагає вдосконалення принципів, механізмів, інструментів та методів розробки й реалізації креативних ідей.

Механізм креативного менеджменту є комплексом застосування специфічних інструментів, методів та засобів управління, взаємодія яких забезпечує розробку та реалізацію креативних ідей. Інструменти креативного менеджменту – це сукупність принципів і методів розробки й реалізації креативних ідей у підприємницькому середовищі для досягнення цілей та результатів, які стоять перед керівництвом підприємства.

#### Висновки

Проведенні дослідження дозволяють визначити, що креативність безпосередньо пов'язана з когнітивним менеджментом. Так, працівники управління (креативники) можуть використовувати як підтримку різні цифрові платформи, починаючи від механізмів пошуку інформації в мережі Інтернет і закінчуючи інтелектуальними та експертними системами, що допомагають в інтеграції інформації та є одним з функціональних напрямів когнітивного менеджменту. При цьому виконують функції взаємозв'язку між стейкхолдерами та відкриті для використання споживачами (клієнтами) тощо.

Водночас одним із основних засобів підтримки системи управління знаннями працівників управління є когнітивна система підтримки рішень, яка може не тільки організувати реалізацію креативного рішення при вирішенні задачі, але й генерувати нові знання, давати рекомендації та обґрунтувати їхнього використання, прогнозувати можливі наслідки, здійснювати попередній аналіз тощо. Як наслідок, підприємства, формують базу знань, що містять списки експертів, інформаційні карти, корпоративні довідники, настільні додатки та інші системи для допомоги працівникам управління з метою підвищення їх ефективності для подальшого розвитку підприємства.

#### Список використаної літератури

1. Лозова О. В., Шкіль В. А. Інтелектуальні ресурси: сутність, місце й роль у процесі формування конкурентних переваг підприємства. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2018. № 3 (88). С. 53-57.
2. Ковтуненко Ю. В. Економічна сутність і класифікація інтелектуальних ресурсів підприємства. *АГРОСВІТ* 2013. № 14. С. 51-53.
3. Лагодієнко, В., Демченко, О., Попкова, С. Інтелектуальні ресурси як основа розвитку підприємницьких структур. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2022 № 13. С. 92-98. URL: <http://tnv-econom.ksauniv.ks.ua/index.php/journal/article/view/280> (дата звернення: 25.01.2023).
4. Інтелектуальний капітал. Фармацевтична енциклопедія. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/6982/intelektualnij-kapital>(дата звернення: 25.01.2023).
5. Лазоренко Т. В., Лазоренко М. П. Когнітивний менеджмент як інноваційна стратегія управління організацією. *Ефективна економіка*. 2018. № 4. URL: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4\\_2018/57.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4_2018/57.pdf) (дата звернення: 25.01.2023).
6. Трухан О.Л., Оверчук А.В. Когнітивні аспекти управління стратегічними змінами. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/214868054.pdf> (дата звернення: 25.01.2023).
7. Хром'як Й.Я., Слюсарчук Ю.М., Цимбал Л.Л., Цимбал В.М. Когнітивні технології та їх особливості у менеджменті й маркетингу. URL: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/02ee6dc4-9308-4a91-b6b3-4ecfdd08dfa8/content> (дата звернення: 25.01.2023).

8. Онищенко І. І. Когнітивне моделювання як метод якісного аналізу ризиків ІТ-проектів. *Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ". Харків* : НТУ "ХПІ", 2016. № 2 (1174). С. 77-81.
9. Тимошенко Л. В., Ус С. А. Когнітивне моделювання в управлінні підприємницькою структурою як еколого-економічною системою. *Економічний вісник.*, 2020, № 4. С. 89 – 100.
10. Чернова Л. С. Когнітивні технології управління знаннями. *Вісник Одеського національного морського університету*. 2020. № 64. С. 157-174. URL: <https://doi.org/10.47049/2226-1893-2021-1-157-174>. (дата звернення: 25.01.2023).
11. Ялдин І.В. Когнітивне моделювання у прогнозуванні сценаріїв стратегії стійкого розвитку інтегрованої структури бізнес. *Проблеми економіки*. 2011. № 4. С. 142 – 150. URL: [https://www.problecon.com/export\\_pdf/problems-of-economy-2011-4\\_0-pages-142\\_150.pdf](https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2011-4_0-pages-142_150.pdf) (дата звернення: 25.01.2023).
12. Пилипенко А.А., Литвиненко А.О. Когнітивне моделювання в механізмі стратегічного управління розвитком потенціалу промислового підприємства. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2015. Вип. 15. С. 567 – 571. URL: <http://global-national.in.ua/archive/8-2015/120.pdf> (дата звернення: 25.01.2023).
13. The MIT Encyclopedia of the Cognitive Science. Ed. By R.A Wilson and F.C Kell. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1999. 964 p.
14. Мельничук О.Д. Теорія пізнання як основа когнітивної науки: філософський та лінгвістичний аспекти. *Закарпатські філологічні студії*. Вип.10. Том 2. С. 10-14. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/33634/> (дата звернення: 25.01.2023).
15. Когнітивна наука: сім принципів для кращого навчання. Журнал KOZAKY. 2020. URL: <https://www.kozaky.org.ua/kognitivna-nauka-sim-principiv-dlya-krashhogo-navchannya/> (дата звернення: 25.01.2023).
16. Лазоренко Т. В., Лазоренко М. П. Когнітивний менеджмент як інноваційна стратегія управління організацією. *Ефективна економіка*. 2018. № 4. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6247> (дата звернення: 25.01.2023).
17. Davenport T., Prusak L. Working knowledge:how organizations manage what they know.Boston, MA: Harvard Business School Press,2000. 199 p.
18. Ефективність управління підприємством в галузі зв'язку: навч. посіб./ В.М. Орлов, І.В. Яцкевич, С.С. Новицька, Н.Ю. Потапова-Сінько. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2013. 292 с.
19. Окорський В. П., Валух А. М. Креативний менеджмент: підручник. Рівне : НУВГП, 2017. 344 с.
20. Продіус О.І. Креативний менеджмент як запорука сучасного ефективного управління. *Економіка: реалії часу*. 2012. № 3-4(4-5). URL: <https://economics.net.ua/files/archive/2012/No3-4/67-72.pdf> (дата звернення: 25.01.2023).
21. Пащенко О.П. Креативний менеджмент як фактор успішності сучасного бізнесу. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2017. Вип. 17. С. 406 – 410. URL: <http://global-national.in.ua/archive/17-2017/86.pdf> (дата звернення: 25.01.2023).
22. Поленкова М.В. Креативний менеджмент як фактор інноваційного розвитку суспільства. Наукові записки Львівського університету бізнесу та права. 2021. Випуск 30. URL: <https://orcid.org/0000-0003-1571-6792> (дата звернення: 25.01.2023).

#### References

1. Lozova O. V., Shkilij V. A. (2018) Intelektualni resursy: сутnistj, misce j rolj u procesi formuvannja konkurentnykh perevagh pidpryjemstva [ Intellectual resources: essence, place and role in the process of formation of competitive advantages of the enterprise.]. *Naukovyj visnyk Poltavskogho universytetu ekonomiky i torghivli [ Scientific Bulletin of the Poltava University of Economics and Trade]*. № 3 (88). Pp. 53 – 57.
2. Kovtunenکو Ju. V. (2013) Ekonomichna sutnistj i klasyfikacija intelektualnykh resursiv pidpryjemstva [ Economic essence and classification of intellectual resources of the enterprise]. *AGhROSVIT [AGROSVIT]*. № 14. Pp. 51 – 53.
3. Laghodijenko, V., Demchenko, O., Popkova, S. (2022) Intelektualni resursy jak osnova rozvytku pidpryjemnyckyykh struktur [ Intellectual resources as a basis for the development of entrepreneurial structures]. *Tavrijskyj naukovyj visnyk. Serija: Ekonomika [ Taurian Scientific Bulletin. Series: Economy]*. 2022 № 13. Pp. 92-98. URL: <http://tnv-econom.ksauniv.ks.ua/index.php/journal/article/view/280> (accessed: 25.01.2023).
4. Intelektualnyj kapital [Intellectual capital]. *Farmaceutychna encyklopedija*. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/6982/intelektualnij-kapital> (accessed: 25.01.2023).
5. Lazorenko T. V., Lazarenko M. P. (2018) Kognityvnyj menedzhment jak innovacijna strateghija upravlinnja orghanizacijeju [Cognitive management as an innovative strategy of organization management]. *Efektivna ekonomika [Efficient economy]*. № 4. URL: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4\\_2018/57.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4_2018/57.pdf) (accessed: 22.11.2022).
6. Trukhan O.L., Overchuk A.V. Kognityvni aspekty upravlinnja strategichnymy zminamy [Cognitive aspects of strategic change management]. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/214868054.pdf> (accessed: 25.01.2023).

7. Khrom'jak J.Ja., Slijusarchuk Ju.M., Cymbal L.L., Cymbal V.M. Kognityvni tekhnologhiji ta jikh osoblyvosti u menedzhmenti j marketynghu [Cognitive technologies and their features in management and marketing]. URL: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/02ee6dc4-9308-4a91-b6b3-4ecfdd08dfa8/content> (accessed: 25.01.2023).
8. Onyshhenko I. I. (2016) Kognityvne modeljuvannja jak metod jakisnogho analizu ryzykiv IT-proektiv [Cognitive modeling as a method of qualitative risk analysis of IT projects]. *Visnyk Nac. tekhn. un-tu "KhPI"* [Bulletin of the National technical KhPI University]. Kharkiv : NTU "KhPI", № 2 (1174). Pp. 77-81.
9. Tymoshenko L. V., Us C. A. (2020) Kognityvne modeljuvannja v upravlinni pidpryjemnyckuju strukturoju jak ekologho-ekonomichnoju systemoju [Cognitive modeling in the management of the business structure as an ecological and economic system.]. *Ekonomichnyj visnyk [Economic Bulletin]*. № 4. Pp. 89 – 100.
10. Chernova L. S. (2020) Kognityvni tekhnologhiji upravlinnja znannjamy [Cognitive technologies of knowledge management]. *Visnyk Odesjkogho nacionalnogho morskogho universytetu [Bulletin of Odessa National Maritime University]*. № 64.Pp. 157-174. URL: <https://doi.org/10.47049/2226-1893-2021-1-157-174>. (accessed: 25.01.2023).
11. Jaldin I.V. (2011) Kognityvne modeljuvannja u proghnozuvanni scenarijiv strateghiji stijkogho rozvytku integhrovanoji struktury biznes [Cognitive modeling in forecasting scenarios of the strategy of sustainable development of an integrated business structure]. *Problemy ekonomiky [Problems of economy]*. № 4. Pp. 142 – 150. URL: [https://www.problecon.com/export\\_pdf/problems-of-economy-2011-4\\_0-pages-142\\_150.pdf](https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2011-4_0-pages-142_150.pdf) (accessed: 25.01.2023).
12. Pylypenko A.A., Lytvynenko A.O. (2015) Kognityvne modeljuvannja v mekhanizmi strategichnogho upravlinnja rozvytkom potencialu promyslovogho pidpryjemstva [Cognitive modeling in the mechanism of strategic management of the development of the potential of an industrial enterprise]. *Ghlobaljni ta nacionaljni problemy ekonomiky [Global and national economic problems]*. Vyp. 15.Pp. 567 – 571. URL: <http://global-national.in.ua/archive/8-2015/120.pdf> (accessed: 25.01.2023).
13. The MIT Encyclopedia of the Cognitive Science (1999) Ed. By R.A Wilson and F.C Kell. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. 964 p.
14. Meljnuchuk O.D Teoriija piznannja jak osnova kognityvnoji nauky: filosofskij ta linghivistychnyj aspekty [ The theory of cognition as the basis of cognitive science: philosophical and linguistic aspects]. *Zakarpatsjki filologhichni studiji [ Transcarpathian Philological Studies]*. Vyp.10. Tom 2. Pp. 10-14. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/33634/> (accessed: 25.01.2023).
15. Kognityvna nauka: sim pryncypiv dlja krashhogho navchannja [ Cognitive Science: Seven Principles for Better Learning] (2020). Zhurnal KOZAKY. URL: <https://www.kozaky.org.ua/kognitivna-nauka-sim-pryncypiv-dlya-krashhogo-navchannja/> (accessed: 25.01.2023).
16. Lazarenko T. V., Lazarenko M. P. (2018) Kognityvnyj menedzhment jak innovacijna strateghija upravlinnja orghanizacijeju [Cognitive management as an innovative strategy of organization management]. *Efektivna ekonomika [Efficient economy]*. № 4. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6247> (accessed: 25.01.2023).
17. Davenport T., Prusak L. (2000) Working knowledge:how organizations manage what they know.Boston, MA: Harvard Business School Press. 199 p
18. Efektyvnistj upravlinnja pidpryjemstvom v ghaluzi zv'jazku [ Effectiveness of enterprise management in the field of communications] (2013): navch. posib./ V.M. Orlov, I.V. Jackevych, S.S. Novycjka, N.Ju. Potapova-Sinjko. Odesa: ONAZ im. O.S. Popova. 292 p.
19. Okorskyj V. P., Valjukh A. M. (2017) Kreatyvnyj menedzhment [Creative management]: pidruchnyk. Rivne : NUVGhP. 344 p.
20. Prodius O.I. (2012) Kreatyvnyj menedzhment jak zaporuka suchasnogho efektyvnogho upravlinnja [Creative management as a key to modern effective management]. *Ekonomika: realiji chasu [Economy: realities of time]*. № 3-4(4-5). URL: <https://economics.net.ua/files/archive/2012/No3-4/67-72.pdf> (accessed: 25.01.2023).
21. Pashhenko O.P. (2017) Kreatyvnyj menedzhment jak faktor uspishnosti suchasnogho biznesu [Creative management as a success factor of modern business]. *Ghlobaljni ta nacionaljni problemy ekonomiky [Global and national economic problems]*. Vyp. 17. Pp.406 – 410. URL: <http://global-national.in.ua/archive/17-2017/86.pdf> (accessed: 25.01.2023).
22. Polenkova M.V. (2021) Kreatyvnyj menedzhment jak faktor innovacijnogho rozvytku suspiljstva [Creative management as a factor of innovative development of society]. Naukovi zapysky Ljvivskogho universytetu biznesu ta prava [ Scientific notes of the Lviv university of business and law]. 2021. Vypusk 30. URL: <https://orcid.org/0000-0003-1571-6792> (accessed: 25.01.2023).

## ПРАВИЛА ПРИЙОМУ СТАТЕЙ

### ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ У НАУКОВИЙ ФАХОВИЙ ЖУРНАЛ «ВІСНИК ХЕРСОНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»

До журналу приймаються оригінальні статті, що не публікувалися в інших виданнях. **Обсяг рукопису** – не менше 5 повних сторінок основного тексту статті (починаю з постановки проблеми, закінчуючи висновками). Статті публікуються українською, російською та англійською мовами.

#### Обов'язкові елементи статті:

- індекс УДК у верхньому лівому кутку листа (*Times New Roman, 12 nm*);
- ініціали та прізвище автора великими літерами у верхньому правому кутку сторінки (*Times New Roman, 12 nm*), із зазначенням місця роботи повністю справа (*Times New Roman, 8 nm*);
- ORCID у верхньому правому кутку сторінки (*Times New Roman, 10 nm*);
- назва статті великими літерами, по центру (*Times New Roman, 12 nm, жирний*); назва статті подається без використання вузькоспеціалізованих скорочень, крапка в кінці назви не ставиться;
- основний текст статті (*Times New Roman, 10 nm*).

**Основний текст статті** повинен складати не менше 5 повних сторінок тексту і мати такі **виділені** елементи:

- постановка проблеми
- аналіз останніх досліджень і публікацій
- формулювання мети дослідження
- викладення основного матеріалу дослідження
- висновки
- список використаної літератури

Після назви статті обов'язково надаються анотації українською, російською та англійською мовами (*Times New Roman, 10 nm, курсив*) (текст ідентичний, обсяг – не менше 1800 друкованих знаків, включаючи ключові слова), де вказується назва статті, ініціали та прізвище автора, характеристика основної проблеми, мети, узагальнених результатів та ключові слова.

Статті подаються у вигляді файла формату *doc* для *Word for Windows* у незаархівованому вигляді. Шрифт *Times New Roman*, розмір – 10, інтервал – одинарний, поля: зліва – 25 мм; справа – 25 мм; зверху – 25 мм; знизу – 25 мм, відступ першої строчки – 127 мм, сторінки не пронумеровані. Таблиці слід виконувати в Excel чи Word, рисунки потрібно подавати у чорно-білому варіанті, вони мають бути згруповані. Для набору формул використовувати лише редактор формул Microsoft Equation 3.0.

Шрифт у заголовках, текстах, рисунках повинен співпадати. Ілюстрації, діаграми, схеми, таблиці та формули оформлюються відповідно до Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника (Постанова Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 № 567).

Список літератури наводиться у порядку посилань у тексті згідно з ДСТУ 8302:2015. «БІБЛІОГРАФІЧНЕ ПОСИЛАННЯ Загальні положення та правила складання» і розміщується після основного тексту. Розмір шрифту – 10 пт. Посилання на літературні джерела в тексті подають у квадратних дужках.

Після списку літератури, через інтервал в один рядок, розташовують слово **References** та наводиться англійський список літератури (стиль – IEEE) наведеного вище списку літератури.

Бібліографічний опис кожного джерела має, за наявності, супроводжуватися його ідентифікатором цифрового об'єкта (DOI – Digital Object Identifier), що наводиться через пробіл після бібліографічного опису джерела. DOI видань можна знайти на сайті:

<http://search.crossref.org/>

**Вимоги щодо оформлення англomовного списку літератури****Опис статті з періодичних видань**

Sokol Ye.I., Gryb O.G., Shvets S.V. The structural and parametrical organization of elements of a power supply system in the conditions of network centrism. *Electrical engineering & electromechanics*, 2016, no.2, pp. 61-64. doi: 10.20998/2074-272X.2016.2.1.

*\*Прим. Коректний переклад назв журналів можна знайти на їх офіційних сайтах, де також у архіві, у більшості випадків, можна відшукати і необхідні статті із перекладом назв на англійську мову.*

**Опис статті з електронних журналів**

Dmitriev M.V. Ekраны odnofaznykh kabelei 6-500 kV. Oshibki pri vypolnenii skhem zazemleniia [6- 500 kV single phase cables screens. Grounding circuit implementation mistakes]. *Novosti elektrotehniki – Electrical Engineering News*, 2014, no.1(85). Available at: <http://www.news.elteh.ru/arh/2014/85/10.php> (Accessed 23 April 2014).

**Опис статті із збірника праць**

Shevchenko V.V. Puti povysheniia moshchnosti turbogeneratorov pri provedenii robot po ikh rehabilitatsii [The ways to increase turbogenerators power in the execution works during the rehabilitation]. *Sistemi obrobki informatsii. Zbirnik naukovikh prats'. Kharkivs'kii universitet povitrianiikh sil [The systems of information processing. The collection of scientific works Kharkov Air Forces University]*, 2012, no.7(105), pp. 152-155.

**Опис матеріалів конференцій**

Grechko O.M., Klymenko B.V., Bugaychuk V.M. Mathematical modeling of energy-efficient electromagnetic actuator for vacuum circuit-breaker. *Anotatsii dopovidei 8 Mizhn. nauk.-prakt. konf. "Informatsiini tekhnologii: nauka, tekhnika, tekhnologiia, osvita, zdorov'ia" [Abstracts of 8th Int. Sci.-Pract. Conf. "Information technology: science, engineering, technology, education and health"]*. Kharkov, 2004, p. 365.

**Небажано** залишати тільки перекладну назву конференції.

**Опис книги (монографії)**

Chalykh E.F. *Oborudovanie elektrodnykh zavodov [Equipment of the Electrode Plants]*. Moscow, Metallurgija Publ., 1990. 238 p.

**Опис перекладної книги**

Timoshenko S.P., Young D.H., Weaver W. *Vibration problems in engineering*. 4th ed. New York, Wiley, 1974. 521 p. (Rus. ed.: Timoshenko S.P., Iang D.Kh., Uiver U. *Kolebaniia v inzhenernom dele*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 472 p.).

**Опис Інтернет-ресурсу**

Bormosov V.A., Kostousova M.N., Petrenko A.F., Smol'skaja N.E. *Perspektivy i sostojanie razrabotok raspredelitel'nykh transformatorov massovykh serij (Prospects and development state of mass series distribution transformers)* Available at: [www.trans-form.ru](http://www.trans-form.ru) (accessed 13 September 2004).

**Опис дисертації (автореферату дисертації)**

Geraskin O.A. *Vibrodiagnostika ushkodzen' rotoriv potuzhnykh asinkhronnykh dviguniv na osnovi pol'ovikh matematichnykh modelei. Diss. kand. techn. nauk [Damage rotor vibration monitoring power asynchronous motors based on the field mathematical models. Cand. tech. sci. diss.]*. Kyiv, 2012. 226 p.

**Опис ГОСТу**

GOST 8.586.5-2005. *Metodika vypolneniia izmerenii. Izmerenie raskhoda i kolichestva zhidkosti i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroystv [State Standard 8.586.5-2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices]*. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p.

**Опис патенту**

Klymenko B.V., Eres'ko O.V., Grechko O.M. *Elektromagnitnyj pryvid [Electromagnetic actuator]*. Patent UA, no.25222, 2007.

Приклад оформлення рукопису для представлення в редколегію подано у додатку 1.

Статті, які не відповідають наведеним вимогам, до друку не приймаються.

До редколегії направляються:

- **електронна копія** статті на e-mail: **editor@kntu.kherson.ua**, назва файлу повинна відповідати прізвищу першого автора;
- **експертний висновок** щодо відсутності відомостей, заборонених для відкритого опублікування;
- **авторська довідка** за формою (додаток 2);
- **заява авторів** на опублікування статті (додаток 3).

Телефон редколегії: +38 (068) 487 18 05

**ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ РУКОПISУ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ  
У РЕДАКЦІЮ (ПОДАНО ФРАГМЕНТ СТАТТІ)**

УДК 667.021.1

**В. С. КОРОЛЕНКО**кандидат наук з державного управління, доцент,  
доцент кафедри державного управління і місцевого самоврядування  
Херсонський національний технічний університет

ORCID: ...

**І. Ф. БОНДАРЬ**аспірант кафедри державного управління і місцевого самоврядування  
Херсонський національний технічний університет

ORCID: ...

**ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ  
ДЕФОРМУЮЧОГО ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ГІДРОПРЕСУВАННІ ТРУБЧАТИХ  
ЗАГОТОВОК МЕТОДОМ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

*У даній роботі розглянута кінцево-елементна модель процесу гідроекструзії трубчастих заготовок у середовищі високих гідростатичних тисків, необхідних для підвищення пластичності сталі 30ХН2МФА при холодному формоутворенні виробів. Результати моделювання показали можливість реалізувати процес при дії значного гідростатичного тиску (750 МПа) на вільну поверхню заготовки. При меншому тиску відбувається характерне руйнування ще на початкових етапах деформування на зовнішній поверхні заготовки. Дослідження ПДВ матриці з використанням методу кінцевих елементів підтвердило достатню міцність і надійність інструменту при отриманні прецизійних трубчастих виробів гідропресування з рухомою гладенькою оправкою. Натурні експерименти підтвердили адекватність комп'ютерного моделювання та ефективність запропонованого методу виготовлення високоточних довгомірних трубчастих виробів.*

.....

**Ключові слова:** гідропресування, гідроекструзія, деформування, матриця, моделювання, міцність, надійність, руйнування.

**V. S. KOROLENKO**Candidate of Public Administration, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Public Administration and Local Self-Government  
Kherson National Technical University

ORCID: ...

**I. F. BONDAR**Postgraduate Student at the Department of Public Administration and Local Self-Government  
Kherson National Technical University

ORCID: ...

**THE RESEARCH OF DEFLECTED MODE OF THE DEFORMING TOOL DURING THE HYDRAULIC  
FORGING OF TUBULAR BLANKS BY THE METHOD OF FINITE ELEMENTS**

*In this work, the finite element model of the hydrostatic extrusion process of tubular blanks in the medium of high hydrostatic pressure that are necessary for increase ductility of steel 30HN2MFA during the cold forming products, was considered. The modelling results showed the possibility to realize a process with effect of considerable hydrostatic pressure (750 MPa) on the free surface of blank. There is characteristic destruction still on the initial stages of deformation on the external surface at less pressure.*

*The research of deflected mode of mould using the method finite elements confirmed accommodate strength and reliability of the tool in the receipt of precision tubular products by hydraulic forging with the smooth moving mandrel.*

*The full-scale experiments confirmed the adequacy of computer simulation and the efficiency of introduced method of manufacturing exacting long-measuring tubular products.*

.....

**Key words:** hydraulic forging, hydrostatic extrusion, deformation, mould, modelling, strength, reliability, destruction.

### Постановка проблеми

Товстостінні трубчасті вироби з прецизійними елементами внутрішнього профілю (6 ... 8 квалітет, при шорсткості 0.16 ... 0.64 мм) досить широко застосовуються в машинобудуванні, приладобудуванні та виробках спеціального призначення.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Ефективність дії рідини під високим тиском на пластичність при механічних випробуваннях зразків і в процесах прямого видавлювання показана в роботах [1-3].

У зв'язку з цим, був запропонований перспективний метод отримання високоточних довгомірних трубчастих виробів з підвищеними експлуатаційними властивостями методом гідропресування на гладкій оправці [4, 5].

### Формулювання мети дослідження

Метою роботи було вивчення можливості отримання довгомірних трубчастих заготовок методами холодного пластичного деформування.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Розрахунок матриці проводили в умовах, наближених до реальних, при максимальних значеннях зусилля видавлювання  $P$  (630 кН) і гідростатичного тиску  $q$  (750 МПа), яке впливає на матрицю. Вихідні дані для розрахунку матриці наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Задані вихідні дані для розрахунку матриці

№ з/п	Матеріал матриці	Модуль пружності, ГПа	Межа міцності, МПа	Твердість, HRC <sub>Э</sub>
1	P18	228	2250	66
2	...	...	...	...

.....

$$\varphi = N_k \frac{\cos(2 \cdot l \cdot \omega)}{\sqrt{j \cdot Q \cdot \alpha_i}}, \quad (1)$$

де  $\varphi$  – ... ;

...

$\alpha_i$  – .

.....

### Висновки

1. За результатами чисельного експерименту були визначені необхідні параметри гідропресування, остаточно геометрична форма деформівної заготовки та її ПДВ.

2. Проведене моделювання показало, що даний процес можливо реалізувати із значним гідростатичним тиском на вільній поверхні заготовки (750 МПа), тоді як при меншому тиску відбувається характерне руйнування ще на початкових етапах деформування на зовнішній поверхні заготовки.

## Список використаної літератури

1. Акофф Р. Л. Идеализированное проектирование : как предотвратить завтрашний кризис сегодня. Создание будущего организации / Акофф Р. Л., Магидсон Д., Эддисон Г. Д. ; пер. с англ. Ф. П. Тарасенко. – Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2007. – XLIII, 265 с.
2. Петров П. П. Активність молодих зірок сонячної маси : дис.... доктора фіз, -мат. наук : 01.03.02 / Петров Петро Петрович. – К., 2005. – 276 с.
3. Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В. И. ; заявитель и патентообладатель Воронеж, науч. – исслед. ин-т связи. – № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.).
4. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси в науці, культурі та освіті (підсумки 10-ї Міжнар. конф. "Крим-2003") [Електронний ресурс] / Л. Й. Костенко, А. О. Чекарьов, А. Г. Бровкін, І. А. Павлуша // Бібліотечний вісник – 2003. – № 4. – С. 43. – Режим доступу до журн. : [http : //www.nbuv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm](http://www.nbuv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm).

.....

## References

.....

Додаток 2

## Авторська довідка

<b>Бондарь Іван Федорович</b>	кандидат технічних наук, доцент кафедри фізики Херсонського національного технічного університету, E-mail: bondar_if@gmail.com
-----------------------------------	--

## Додаток 3

В редакцію наукового журналу  
«Вісник Херсонського національного  
технічного університету»

## ЗАЯВА

Прошу опублікувати у журналі «Вісник Херсонського національного технічного університету»  
(надалі – Журнал) мою статтю \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (надалі – Стаття)  
(назва статті)

в рубриці \_\_\_\_\_  
(назва рубрики)

Передаючи для опублікування Статтю, я (надалі – Автор) заявляю про таке.

1. Автор ознайомлений і згодний з видавничою політикою Журналу і етичними нормами для публікацій.

2. Автор ознайомлений з вимогами до оформлення статей у Журналі та іншими умовами щодо опублікування.

3. Автор є єдиним автором Статті.

4. Авторські права на Статтю не передавалися Автором раніше і не будуть передані у майбутньому третім особам.

5. Стаття не була раніше опублікована і не буде опублікована у будь-якому виданні до публікації її у Журналі.

6. Стаття не є компіляцією раніше опублікованих робіт Автора.

7. Публікація статті не порушує прав інтелектуальної власності інших осіб.

8. Стаття не містить відомостей, заборонених до відкритого друку згідно з чинним законодавством України, і публікація Статті не призведе до розголошення таємної або конфіденційної інформації, у тому числі такої, що містить державну або службову таємницю.

9. Автор дає згоду на публікацію та/або передачу третім особам таких його особових даних:

- Прізвище, Ім'я та По-батькові;
- Відомості про наукову кваліфікацію (науковий ступінь, вчене звання);
- Відомості про місце роботи та посаду;
- Контактні дані (адреса для листування, номери телефонів, номери факсів, електронні адреси тощо).

\_\_\_\_\_  
(Прізвище та ініціали автора)

\_\_\_\_\_  
(Особистий підпис автора)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

*(Заповнюється та підписується всіма співавторами Статті,  
або одним зі співавторів від імені всіх за письмовим дорученням)*

# ВІСНИК

## Херсонського національного технічного університету

Відповідальний за випуск	головний редактор Литвиненко В.І. д.т.н., професор, завідувач кафедри інформатики і комп'ютерних наук, заслужений діяч науки і техніки України
Комп'ютерна верстка	Кузнєцова Н.С.
Відповідальний секретар	Вольвач І.Ю. к.е.н., доцент, завідувач відділу з навчально-наукової роботи і міжнародної діяльності

Підписано до друку 14.04.2023.  
Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman. Папір офсет. Цифровий друк.  
Ум. друк. арк. 25,81. Замов. № 0623/396. Наклад 100 прим.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»  
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1  
Телефон +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08  
E-mail: mailbox@helvetica.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.