

ISSN 2078-4481

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

# ВІСНИК

ХЕРСОНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО  
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

3(82)

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Херсонського національного технічного університету  
(протокол № 1 від 4 жовтня 2022 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»  
2022

## Редакційна колегія

### Головний редактор

Литвиненко В.І.

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

### Заступники 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>Куник 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>Риклін Д.Б.</b>	д.т.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**

**3(82)**

Recommended for publication by the Academic Council  
of Kherson National Technical University  
(Minutes № 1 on 4th October 2022)

---

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”  
2022

## 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

### Deputies 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>Ryklin D.B.</b>	Doctor of Engineering Science, 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>А. В. Бернацький, В. Ю. Хаскін, О. В. Сіора, В. А. Лукашенко, О. О. Данилейко.</b> Перспективи лазерного та гібридного лазерно-дугового зварювання трубних сталей.....	9
<b>О. Б. Бурикін, Ю. В. Малогулко, А. Л. Поліщук.</b> Метод оцінювання частки електроспоживання заданого споживача, яка забезпечується з відновлювальних джерел енергії.....	18
<b>В. В. Лебідь, Ю. А. Мейш, Н. В. Майбородіна, В. П. Герасименко.</b> Застосування математичного моделювання до прогнозування митних надходжень в залежності від кількості оформлених митних декларацій митним постом.....	25
<b>К. І. Почка, Ю. Д. Абрашкевич, М. О. Пристайло, А. Г. Поліщук.</b> Побудова фізичної моделі установки для різання високоабразивних матеріалів абразивними армованими кругами.....	30

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

<b>Н. І. Бойко, Р. Т. Омелюх.</b> Алгоритм паралелізації класифікації зображень за напрямком “Smart house security”.....	37
<b>О. Г. Зінов’єва, Г. В. Гешева.</b> Огляд програмних засобів імітаційного модулювання.....	47
<b>О. Р. Капраль, М. Б. Велика.</b> Роль чат-ботів в епоху діджиталізації.....	53
<b>І. М. Наумук, О. В. Наумук.</b> Особливості налаштування системи Zabbix для моніторингу мережевої інфраструктури закладів вищої освіти.....	59
<b>О. В. Ольховська, Д. М. Ольховський, О. О. Черненко, О. Г. Орхівська, О. Ю. Собіборець.</b> Технологія програмної реалізації тренажеру з теми «Системи числення, арифметичні операції в різних системах числення» дисципліни «Архітектура обчислювальних систем».....	65
<b>І. І. Рясна, І. О. Сенько, О. Є. Сенько.</b> Нечіткий підхід до моделювання та розв’язування задач упорядкування та вибору.....	74

## УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ

<b>О. В. Артюх, Ю. Ю. Матвійчук.</b> Актуальні проблеми оподаткування доходів фізичних осіб: національний та міжнародний досвід.....	83
<b>Т. С. Дронова.</b> Маркетингова діагностика продуктового портфелю підприємства.....	90
<b>В. В. Коваленко, О. С. Сергєєва.</b> Облікова ставка як інструмент регулювання інфляції в умовах невизначеності та ризику.....	97
<b>Ю. В. Куруджи, В. Л. Ромах.</b> Моделювання ланцюгів поставок портовим оператором в умовах мультимодальності.....	103
<b>О. О. Соловійова, В. Є. Командровська, О. Є. Соколова, І. М. Герасименко, І. І. Висоцька.</b> Лізинг повітряних суден як ефективна бізнес-технологія авіакомпанії.....	112

## ПУБЛІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ

<b>О. О. Гладишева, Я. І. Глущенко.</b> Світовий досвід впровадження інструментарію Індустрії 4.0 в оподаткуванні.....	118
<b>В. М. Демченко, Н. М. Ковальська, Л. М. Богатьорова.</b> Гуманізація публічної комунікації: невербальний аспект.....	123
<b>Д. Є. Кордиш.</b> Проблеми функціонування правового й організаційного механізмів публічного управління якістю послуг водопостачання та водовідведення міста в Україні.....	131
<b>І. П. Лопушинський, М. О. Дурман, Т. В. Малахова.</b> Механізми забезпечення ефективності публічного управління та результативності адміністрування.....	135
<b>І. П. Лопушинський, О. Л. Дурман, А. В. Чушак.</b> Особливості функціонування системи вищої освіти України в умовах воєнного стану.....	145

<b>О. В. Проніна, М. П. Беган.</b> Збереження земельних ресурсів як складова національної безпеки України.....	153
<b>Т. В. Савченко.</b> Кон'юнктурні дослідження регіонального ринку продукції птахівництва.....	159

## СФЕРА ОБСЛУГОВУВАННЯ

<b>В. А. Красномоєць, А. М. Трачук.</b> Теоретичні підходи до визначення поняття «тренд» у галузі туризму....	166
<b>V. Yu. Stepanov.</b> The main trends in the development of international cultural tourism.....	173

## СОЦІАЛЬНІ ТА ПОВЕДІНКОВІ НАУКИ

<b>І. М. Грінько.</b> Міжгрупова узгодженість думок міжнародних експертів у виборі впровадження інноваційних енергетичних технологій.....	178
<b>А. С. Карнаушенко, Н. В. Гребенюк, В. С. Петренко.</b> Агропромислова інтеграція – важливий чинник інвестиційної привабливості сільського господарства.....	184
<b>Ж. А. Олексіч, М. В. Солодуха.</b> Звіт про платежі на користь держави: кластерний аналіз та причини кластеризації.....	190
<b>О. С. Руш, С. В. Войтко.</b> Розвиток міжнародного співробітництва України та Європейського Союзу у сфері альтернативної енергетики.....	200
<b>Н. Є. Скоробогатова.</b> Smart-city як механізм реалізації моделі збалансованого розвитку громади в умовах інформаційного суспільства.....	204

**CONTENTS**

**ENGINEERING SCIENCES**

**A. V. Bernatskyi, V. Yu. Khaskin, O. V. Siora, V. A. Lukashenko, O. O. Danyleiko.** Prospects of laser and hybrid laser-arc welding of pipe steel.....9

**O. B. Burykin, Yu. V. Malogulko, A. L. Polishchuk.** Method for estimating the share of electricity consumption by a given consumer, which is provided from renewable energy sources.....18

**V. V. Lebid, Yu. A. Meish, N. V. Maiborodina, V. P. Gerasymenko.** Application of mathematical modeling to prediction of taxes received by the customs post depending on the number of customs declarations completed.....25

**K. I. Pochka, Yu. D. Abrashkevych, M. O. Prystailo, A. G. Polishchuk.** Construction of a physical model of an installation for cutting highly abrasive materials with abrasive reinforced wheels.....30

**INFORMATION TECHNOLOGIES**

**N. I. Boyko, R. T. Omeliukh.** Parallelization algorithm of image classification according to “Smart house security”.....37

**O. G. Zinovieva, H. V. Hesheva.** Overview of simulation modulation software.....47

**O. R. Kapral, M. B. Velyka.** The role of chat-bots in the era of digitalization.....53

**I. M. Naumuk, O. V. Naumuk.** Features of Zabbix system setup for monitoring network infrastructure institutions of higher education.....59

**O. V. Olhovska, D. M. Olhovsky, O. O. Chernenko, O. H. Orihivska, O. Yu. Sobiborets.** Technology of the software implementation of the exercise on the subject “Number systems, arithmetic operations in different number systems” of the discipline “Computer systems architecture”.....65

**I. I. Riasna, I. O. Senko, O. E. Senko.** A fuzzy approach to modeling and solving ordering and selecting problems.....74

**MANAGEMENT AND ADMINISTRATION**

**O. V. Artyuh, Yu. Yu. Matviychuk.** Topical issues of personal Income taxation: national and international experience.....83

**T. S. Dronova.** Marketing diagnostics of the product portfolio of the enterprise.....90

**V. V. Kovalenko, O. S. Sergeeva.** Discount rate as tool for regulating inflation under uncertainty under uncertainty and risk.....97

**Yu. V. Kurudzhy, V. L. Romakh.** Modeling of supply chains by the port operator under the conditions of multimodality.....103

**O. O. Soloviova, V. Ye. Komandrovska, O. Ye. Sokolova, I. M. Herasymenko, I. I. Vysotska.** Aircraft leasing as an effective business technology of the airline company.....112

**PUBLIC MANAGEMENT AND ADMINISTRATION**

**O. O. Hladysheva, Ya. I. Hlushchenko.** Global experience in implementation of Industry 4.0 tools in taxation.....118

**V. M. Demchenko, N. M. Kovalska, L. M. Bohadorova.** Humanization of public communication: non-verbal aspect.....123

**D. Ye. Kordysh.** Problems of the functioning of legal and organizational mechanisms of public management of the quality of city water supply and wastewater services in Ukraine.....131

**I. P. Lopuschynskyi, M. O. Durman, T. V. Malakhova.** Mechanisms for ensuring the efficiency of public administration and the efficiency of administration.....135

**I. P. Lopushynskyi, O. L. Durman, A. V. Chushak.** Features of the system functioning higher education of Ukraine under the conditions of marital state.....145

**O. V. Pronina, M. P. Behan.** Conservation of land resources as a component of national security of Ukraine.....153

**T. V. Savchenko.** Market research of the regional market of poultry products.....159

## SERVICE SECTOR

<b>V. A. Krasnomovets, A. M. Trachuk.</b> Theoretical approaches to defining the concept of “trend” in the field of tourism.....	166
<b>V. Yu. Stepanov.</b> The main trends in the development of international cultural tourism.....	173

## SOCIAL AND BEHAVIORAL SCIENCES

<b>I. N. Hrinko.</b> Intergroup consensus of opinions of international experts in the choice of implementation of innovative energy technologies.....	178
<b>A. S. Karnaushenko, N. V. Grebeniuk, V. S. Petrenko.</b> Agricultural integration is an important factor of the investment attractiveness of agriculture.....	184
<b>Zh. A. Oleksich, M. V. Solodukha.</b> Report on payments to governments: cluster analysis and reasons for clustering.....	190
<b>O. S. Rusch, S. V. Voitko.</b> Development of international cooperation between Ukraine and the European Union in the field of alternative energy.....	200
<b>N. Ye. Skorobogatova.</b> Smart-city as a mechanism for implementing the model of balanced community development in the conditions of the information society.....	204



## ІНЖЕНЕРНІ НАУКИ

УДК 621.791.72

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2022.3.1>

А. В. БЕРНАЦЬКИЙ

Інститут електрозварювання імені Є. О. Патона Національної академії наук України

ORCID: 0000-0002-8050-5580

В. Ю. ХАСКІН

Інститут електрозварювання імені Є. О. Патона Національної академії наук України

ORCID: 0000-0003-3072-6761

О. В. СІОРА

Інститут електрозварювання імені Є. О. Патона Національної академії наук України

ORCID: 0000-0003-1927-790X

В. А. ЛУКАШЕНКО

Інститут електрозварювання імені Є. О. Патона Національної академії наук України

ORCID: 0000-0002-9685-4654

О. О. ДАНИЛЕЙКО

Інститут електрозварювання імені Є. О. Патона Національної академії наук України,

Навчально-науковий інститут матеріалознавства та зварювання імені Є. О. Патона

Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ORCID: 0000-0002-8501-0421

**ПЕРСПЕКТИВИ ЛАЗЕРНОГО ТА ГІБРИДНОГО  
ЛАЗЕРНО-ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ТРУБНИХ СТАЛЕЙ**

Одним зі способів вирішення проблеми зварювання магістральних трубопроводів є застосування лазерного випромінювання у якості джерела нагріву. Завдяки малим розмірам зварювальної ванни й кута сходження сфокусованого лазерного випромінювання лазерне зварювання надає можливість для значного зменшення кута розробки крайок, що зварюються. Порівняно невеликі значення погонної енергії, пов'язані з високими швидкостями лазерного зварювання, дозволяють мінімізувати тепловий вплив на деталі, що зварюються, а, отже, зменшити розмір ЗТВ і залишкові деформації. Дрібнозернисті структури литого металу шва й ЗТВ сприяють підвищенню корозійної стійкості зварних з'єднань. Гібридне лазерно-дугове зварювання трубних сталей дозволяє знизити потужність лазерного випромінювання, частково замінивши його більше дешевою потужністю електричної дуги з розрахунку 1 кВт дуги замість ~0,5 кВт лазерного випромінювання для  $\delta > 5$  мм. При потужностях лазерного випромінювання до 3 кВт застосування гібридного процесу зварювання сталей доцільно до товщини стінки  $\delta = 10$  мм, понад яку глибина проплавлення не зростала, незалежно від зниження швидкості зварювання. Для зварювання більших товщин доцільно використовувати випромінювання з більшими потужностями. У цих же цілях можливе застосування багатопрохідного лазерного або гібридного зварювання. При гібридному зварюванні ширина шва й ЗТВ збільшується у порівнянні з лазерним. Підвищення швидкостей зварювання й вмісту вуглецю в основному металі призводять до утворення в ЗТВ небажаних мартенситних структур. Для усунення цього недоліку дворазового перевищення дугової потужності в порівнянні з лазерною недостатньо. Хоча додатковий тепловий вплив електричної дуги й дозволяє управляти термічним циклом процесу для одержання необхідних структур металу шва й ЗТВ, однак цей момент потрібно вивчати додатково. Отримані авторами результати свідчать про те, що не дивлячись на досить високі досягнуті значення ударної в'язкості необхідні подальші дослідження, спрямовані на зниження твердості ЗТВ при гібридному лазерно-дуговому зварюванні. При лазерному зварюванні існує небезпека утворення гартівних структур як у ЗТВ, так і в литому металі шва. Дослідження структур, одержуваних у зварених з'єднаннях трубних сталей багатопрохідним лазерним і лазерно-дуговим зварюванням, а також ударної в'язкості й корозійної стійкості цих з'єднань, дозволяють вважати перспективним застосування зазначених способів зварювання для підвищення ресурсу експлуатації трубопровідного транспорту.

**Ключові слова:** трубні сталі, магістральні трубопроводи, лазерне зварювання, гібридне лазерно-дугове зварювання, структура, властивості.

A. V. BERNATSKYI

E. O. Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine  
ORCID: 0000-0002-8050-5580

V. Yu. KHASKIN

E. O. Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine  
ORCID: 0000-0003-3072-6761

O. V. SIORA

E. O. Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine  
ORCID: 0000-0003-1927-790X

V. A. LUKASHENKO

E. O. Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine  
ORCID: 0000-0002-9685-4654

O. O. DANYLEIKO

E. O. Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine,  
E. O. Paton Educational and Research Institute of Material Science and Welding  
of the National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"  
ORCID: 0000-0002-8501-0421

### PROSPECTS OF LASER AND HYBRID LASER-ARC WELDING OF PIPE STEEL

*One of the ways to solve the problem of welding main pipelines is to use laser radiation as a heating source. Due to the small dimensions of the welding bath and the angle of convergence of the focused laser radiation, laser welding provides an opportunity to significantly reduce the angle of development of the edges to be welded. Relatively small values of linear energy, associated with high speeds of laser welding, allow to minimize of the thermal effect on the parts being welded, and, therefore, reduce the size of HAZ and residual deformations. The fine-grained structures of the cast metal of the weld and HAZ help to increase the corrosion resistance of welded joints. Hybrid laser-arc welding of tubular steels allows for to reduction of the power of laser radiation, partially replacing it with cheaper electric arc power at the rate of 1 kW of arc instead of 0.5 kW of laser radiation for  $\delta > 5$  mm. With laser radiation powers up to 3 kW, the use of the hybrid process of steel welding is expedient up to a wall thickness of  $\delta = 10$  mm, beyond which the penetration depth did not increase, regardless of the reduction in welding speed. For welding larger thicknesses, it is advisable to use radiation with higher powers. For the same purposes, it is possible to use multi-pass laser or hybrid welding. In hybrid welding, the width of the seam and HAZ increases compared to laser welding. An increase in welding speeds and carbon content in the base metal leads to the formation of undesirable martensitic structures in HAZ. To eliminate this drawback, a two-fold increase in arc power compared to laser power is not enough. Although the additional thermal effect of the electric arc allows you to control the thermal cycle of the process to obtain the necessary structures of the weld metal and HAZ, this point needs to be studied further. The results obtained by the authors indicate that, despite the fairly high obtained values of impact toughness, further research aimed at reducing the hardness of HAZ during hybrid laser-arc welding is necessary. During laser welding, there is a danger of the formation of hardening structures both in the HAZ and in the cast metal of the seam. The study of the structures obtained in the welded joints of pipe steels by multi-pass laser and laser-arc welding, as well as the impact strength and corrosion resistance of these joints, allows us to consider the application of the specified welding methods to increase the service life of pipeline transport as promising.*

**Key words:** pipe steel, main pipelines, laser welding, hybrid laser-arc welding, structure, properties.

#### Постановка проблеми

До основних сучасних завдань зварювання магістральних трубопроводів, як і взагалі багатьох трубних конструкцій, можна віднести наступні [1–3]:

- потреба в підвищенні ресурсу експлуатації зварених з'єднань (наприклад, за рахунок зменшення зернистості металу шва й ЗТВ, що сприяє зниженню темпів межкристаллитной корозії);
- проектування й будівництво великих трубопровідних систем (у т.ч. міжконтинентального й транснаціональних) високого тиску (порядку 10...15 МПа для сухопутних і 20...25 МПа для морських трубопроводів);
- використання для будівництва трубопроводів нових висококомірних сталей (X70, X80, X100, X120);
- підвищення продуктивності праці й автоматизація процесу зварювання;
- виконання зварювальних ремонтних робіт на сучасному рівні, який відповідає сформульованим вище завданням.

Одним зі способів рішення вказаних завдань є застосування лазерного випромінювання у якості джерела нагріву [4–6]. Завдяки малим розмірам зварювальної ванни й кута сходження сфокусованого лазерного випромінювання лазерне зварювання надає можливість для значного зменшення кута розробки крайок, що зварюються. Порівняно невеликі значення погонної енергії, пов'язані з високими швидкостями лазерного зварювання, дозволяють мінімізувати тепловий вплив на деталі, що зварюються, а, отже, зменшити розмір ЗТВ і залишкові деформації.

Дрібнозернисті структури литого металу шва й ЗТВ благотворно позначаються на підвищенні корозійної стійкості зварених з'єднань.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій

В останні роки в процесі зварювання для монтажу магістральних трубопроводів широко застосовуються різноманітні процеси автоматичного зварювання з високим ступенем автоматизації, низькою трудомісткістю, гарною формою зовнішнього вигляду зварних швів, високою швидкістю зварювання тощо [7–9].

Традиційно, для вирішення задач зварювання магістральних трубопроводів використовують багатодугове зварювання [7]. Однак, використання цієї технології не повністю відповідає вказаним вимогам. Це пов'язано з такими особливостями цієї технології, як значні енерго- і тепловкладання. В результаті виникає ряд недоліків: великий розмір зварювальної ванни і ЗТВ, схильність до виникнення гарячих тріщин, великі витрати присаджувального дроту, необхідність наступної термічної обробки (відпуску), значні залишкові термічні деформації, необхідність рихтування товстостінних виробів, пов'язана з використанням потужного пресового обладнання, необхідність у попередньої механічної розробці крайок під кутом 30° і більше.

Для усунення більшості з перерахованих недоліків була розроблена технологія контактного зварювання сталей значних товщин. В ІЕЗ ім. Є.О. Патона розроблено технології та обладнання для стикового зварювання неперервним оплавленням трубопроводів діаметром від 57 до 1420 мм [10]. До переваг цього способу відносяться висока продуктивність (6–12 стиків у годину), виконання зварювання без допоміжних матеріалів, стабільність процесу. Однак, має місце такий недолік, як утворення грату не лише назовні, але й на внутрішній частині зварного стику. Часто останній лишається у трубопроводі й згодом відривається, уносившись течією та попадає під запірні клапани, виводячи їх з ладу. Ще одним недоліком можна вважати порівняно невисоку ударну в'язкість. Так, для сталі Х70 при температурі  $-30^{\circ}\text{C}$  ударна в'язкість швів КСВ становить 35...67 Дж/см<sup>2</sup>, у той час, як при такій температурі бажано одержати значення у 1,5–2 рази більші.

Альтернативною технологією, яка дозволить усунути вказані недоліки, є одно- і багатопротидне лазерне та гібридне лазерно-дугове зварювання з плавким електродом [11–13]. Завдяки порівняно невеликим розміру зварювальної ванни і куту сходження лазерного випромінювання попередня розробка крайок не повинна перевищувати 10...20°, що призводить до мінімізації термічного впливу на основний метал і розмір ЗТВ, зниження рівню залишкових деформацій, підвищення продуктивності процесу. Для зварювання технологічного шву, потрібного при виготовленні труб, розробка крайок взагалі не виконується. Зниження собівартості обладнання, яке використовується для запропонованого процесу, можливе за рахунок часткової заміни лазерної потужності дуговою.

Перспективним є впровадження технологічних процесів лазерно-дугового зварювання трубних сталей товщиною понад 20 мм, а також необхідного для їх реалізації додаткового оснащення, які дозволять підвищити продуктивність зварювання, знизити собівартість зварних конструкцій, локалізувати термічний вплив, усунути потребу у фінішній механічній обробці (рихтуванні), отримати з'єднання із ударною в'язкістю і твердістю, близькими до ударної в'язкості та твердості основного металу.

Для зварювання трубних сталей окрім гібридного, було запропоновано використання двопротидневого лазерного процесу [14]. Така технологія забезпечує формування зварного шву при сумарній потужності 8 кВт без загрози значних втрат лазерної потужності у плазмі, що утворюється над зварювальною ванною. Фізико-механічні властивості зварного з'єднання, виконаного двопротидневим лазерним зварюванням на трубних сталях класу К60 товщиною 8–12 мм, знаходяться на рівні основного металу. Структура останнього, як і структура шву, – ферито-перлітна, дрібнозерниста, з твердістю металу зварного шву, що не перевищує 260 НВ. При натурних випробуваннях труб, які були зварені двопротидневим лазерним зварюванням, руйнування відбулося при тиску у трубі 20 МПа, що в 3 рази перевищує робочий тиск. Не дивлячись на застосування розщеплення випромінювання і фокусування його у дві різні плями, такий спосіб зварювання можна розглядати як однопротидний.

Проведений аналіз літературних джерел свідчить про необхідність розробки додаткових технологічних прийомів для однопротидного лазерного зварювання сталей із товщинами понад 10 мм. Зі сказаного випливають основні проблеми, що постають перед нами при розробці технологічних прийомів лазерного і гібридного лазерно-дугового зварювання трубних сталей.

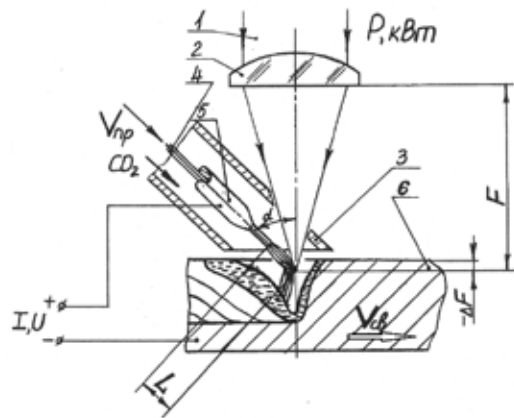
#### Формулювання мети дослідження

Метою роботи є дослідження можливостей збільшення ресурсу магістральних трубопроводів шляхом застосування технологій лазерного та гібридного лазерно-дугового зварювання трубних сталей.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

Для експериментів по гібридному зварюванню була прийнята технологічна схема, показана на рис. 1. Із цієї схеми видно, що лазерне випромінювання розташовувалося спереду по ходу зварювання, а дуга плавкого електрода – позаду. При цьому основним завданням лазерного випромінювання було забезпечення необхідної глибини провару, а дуги – формування верхнього підсилення й така зміна термічного циклу зварювання, при якій не відбувалося б утворення небажаних бейнітних і мартенситних структур. В експериментах застосовували випромінювання потужного CO<sub>2</sub>-лазера.

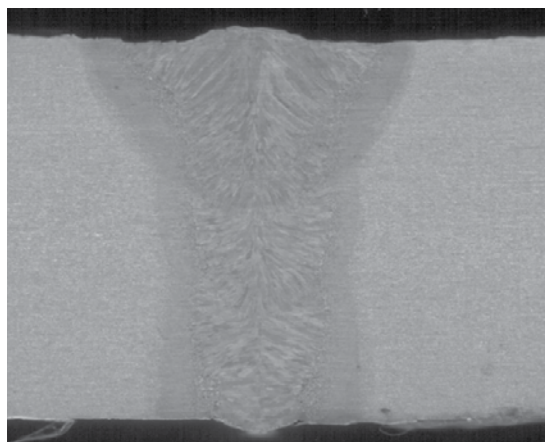
Дослідження, проведені за схемою рис. 1, показали, що при однопрохідному зварюванні сталей товщиною більше  $\delta=5$  мм 1 кВт дугової потужності здатний замінити 0,5 кВт потужності лазерного випромінювання. Це означає, що гібридне зварювання дозволяє знизити собівартість застосовуваного устаткування й погонного метра звареного шва.



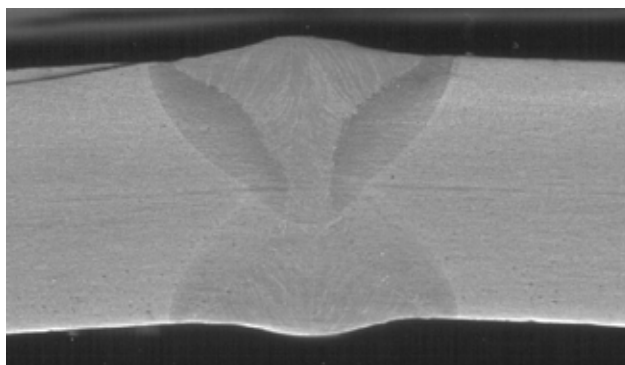
**Рис. 1.** Схема зварювання гібридом лазерного випромінювання й дуги плавкого електрода із захистом вуглекислим газом [7]: 1 – лазерне випромінювання потужністю  $P$ , кВт; 2 – фокусуєчий об'єктив з фокусною відстанню  $F$ , мм; 3 – захисне сопло; 4 – присаджувальний дріт; 5 – мідний мундштук для підведення струму; 6 – зразок;  $V_{зв}$  – швидкість зварювання, м/год;  $V_{пр}$  – швидкість подачі присаджувального дроту, м/год;  $\Delta F$  – заглиблення горловини каустики випромінювання щодо поверхні зразка, мм;  $\alpha$  – кут нахилу електрода до осі лазерного пучка, °;  $L$  – довжина дуги, мм;  $I$  – струм дуги, А;  $U$  – напруга на дузі, В

Однак з'ясувалося також, що при фіксованій потужності лазерного випромінювання максимальна глибина провару також є фіксованим параметром, тобто при зменшенні швидкості зварювання в певний момент цей параметр перестає збільшуватися (зростає ширина шва). У нашому випадку при потужності випромінювання  $\text{CO}_2$ -лазери до 3 кВт і близькій дуговій потужності глибина провару досягла 10 мм при 30 м/год. Отже, для зварювання трубних сталей більших товщин можна застосувати два підходи: або підвищувати потужність лазерного випромінювання, або перейти до багатопрохідного зварювання. Обидва ці підходи мають свої недоліки: перший вимагає значних економічних витрат і приводить до зниження тривалості термічного циклу зварювання (а, відповідно, й до утворення небажаних гартівних структур), другий же – призводить до зниження продуктивності.

Нами були проведені дослідження багатопрохідного лазерно-дугового зварювання трубних сталей товщиною до 20 мм у вузьку розробку. Приклади структур зразків, отриманих у ході проведення експериментів, представлені на рис. 2 і рис. 3. Окрім вибору параметрів технологічного режиму досліджувалися металографічні особливості отриманих зразків, їхня корозійна стійкість і ударна в'язкість.



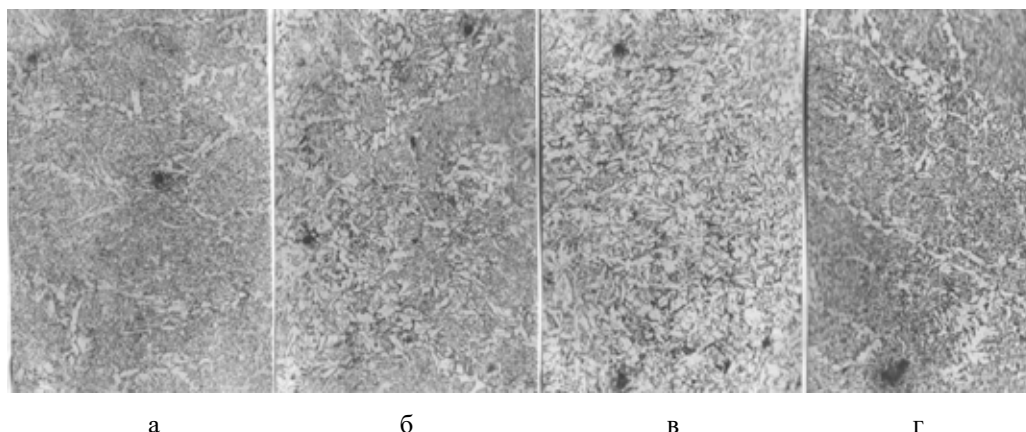
**Рис. 2.** Макроструктура стикового з'єднання зі сталі 10Г2ФБ ( $\delta=19$  мм), звареного гібридним лазерно-дуговим способом за 4 проходи:  $P=2,7$  кВт;  $V_{зв}=25$  м/год.;  $V_{пр}=400$  м/год ( $\varnothing 1,2$  мм);  $I=200$  А;  $U=25$  В; захист –  $\text{CO}_2$  з витратою  $Q=20$  л/хв



**Рис. 3.** Стикове з'єднання сталі 13Г1С–У ( $\delta=14,3$  мм, розробка крайок Х–подібна,  $30^\circ$ , із притупленням 5 мм) зварене за 2 проходи в гібриді з дугою плавкого електрода Св–08Г2С  $\varnothing(1,2$  мм) випромінюванням Nd:YAG–лазера в захисті сумішшю 82%Ar+18%CO<sub>2</sub> (Q=14 л/хв): P=4,0 кВт, I=260 А, U=27 В,  $V_{зв}=30$  м/год,  $V_{пр}=510$  м/год

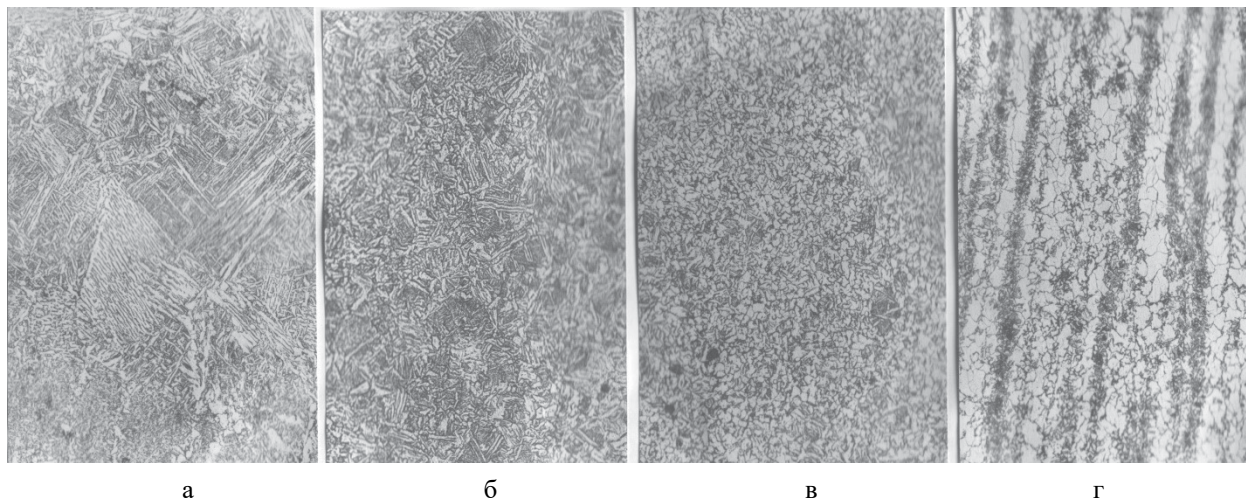
Структуру металу зварних з'єднань, наведених на рис. 2 та рис. 3, вивчали за допомогою оптичного мікроскопу “Neophot–21” при збільшеннях 100–500 крат після травлення шліфів у 4%-ному розчині азотної кислоти у етиловому спирті. Твердість визначали за допомогою мікротвердоміру М400 фірми “Лесо” при навантаженні 4,9Н (500 гр.).

Відомо, що застосування лазерно-дугового зварювання із присаджувальним дротом дозволяє значно підвищити ширину шва порівняно із вузьким “кинджальним” швом, що характерний для лазерного зварювання. У розглянутому на рис. 3 випадку цьому в обох проходах коефіцієнт форми шва знаходився в межах  $K=1,6\dots 1,7$ . Такий коефіцієнт  $K$  також є характерним для дугових процесів зварювання труб товщиною 12–16 мм. Ширина шва першого проходу змінюється від 3,4 мм у найбільш вузькому місці, до 12,4 мм у верхній частині шва. Ширина шва другого проходу складала, відповідно,  $\sim 2,5$  мм і  $\sim 16$  мм. Шов другого проходу має форму, близьку до так званої грибоподібної. Довжина ЗТВ, що обмежена візуально видимими змінами структури сталі, знаходиться у межах 1,3...4,6 мм. У досліджуваних перетинах шліфу шви в обох проходах без пор і тріщин. Структури швів першого і другого проходів практично однаково дрібнозернисті й становлять собою суміш різних форм фериту. В тілі зерна переважно наявний голчастий ферит із співвідношенням сторін 1:(3...8), у тому числі й з ділянками, що характеризуються високим кутом розорієнтування зерен за типом «плетіння корзини». Виявлені також внутризенистий полігональний ферит і виділення МАК-фази. Доля міжзеренного полігонального фериту за висотою швів коливається в межах 5...8% у верхній частині шва і 15...18% у його середній та нижній частинах. Цей тип фериту виділяється по вторинним межах у вигляді суцільних прошарувань шириною 0,006...0,013 мм ланцюжків або скупчень окремих зерен і ділянок бокового пластинчастого фериту, часто із виділеннями МАК-фази пластинчастого типу. Твердість металу швів складає HV<sub>0,5</sub> – 226...235. В зоні вторинного нагріву шва першого проходу, яка межує із зоною проплавлення, наявні зерна первинного аустеніту 4–6 балу із оторочками межзеренного полігонального фериту. Довжина цієї зони дорівнює 0,16...0,33 мм. За зоною крупного зерна йде зона нормалізації розміром 0,33...0,39 мм, що складається в основному із зерен полігонального фериту, різної морфології виділень перліту і МАК-фази зернистого типу. Вигляд мікроструктур металу швів двох проходів наведений на рис. 4.



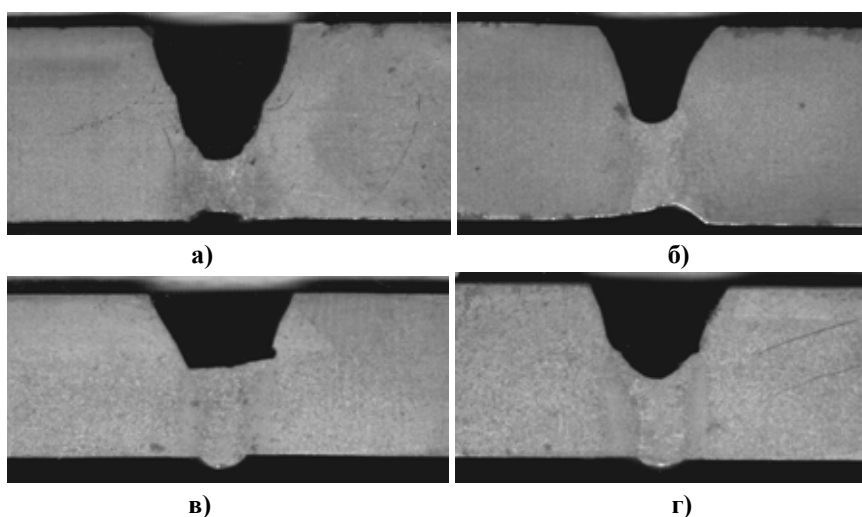
**Рис. 4.** Мікроструктура металу швів першого і другого проходів,  $\times 500$ : (а) – метал шва другого проходу; (б) – ЗКЗ в металі шва першого проходу; (в) – зона нормалізації в металі шва першого проходу; (г) – метал шва першого проходу

У зразку наведеному на рис. 3, структура металу зони крупного зерна (ЗКЗ), яка безпосередньо межує із литим металом швів, являє собою верхній бейніт із окремими ділянками мартенситу із розміром зерна 4–5 балу. Феритні прошарки по границях зерен практично відсутні. Довжина ЗКЗ змінюється в межах 0,26...0,91 мм. Твердість металу цієї зони знаходиться в межах HV0,5 – 258...293. Структура металу зони дрібного зерна (ЗДЗ) складається із суміші дрібних (7–11 балу) зерен бейніту, фериту і рідких виділень мартенситу і перліту. Довжина цієї зони складає 0,91...2,34 мм. Структура металу зони часткової перекристалізації (ЗЧП), що має довжину 0,39...1,04 мм, формується з розрихлених сфероїдизованих зерен перліту і зерен фериту. Вигляд мікроструктур окремих ділянок ЗТВ шва другого проходу показаний на рис. 5.



**Рис. 5. Мікроструктура металу ЗТВ,  $\times 500$ : (а) – зона крупного зерна; (б,в) – зона дрібного зерна; (г) – зона часткової перекристалізації**

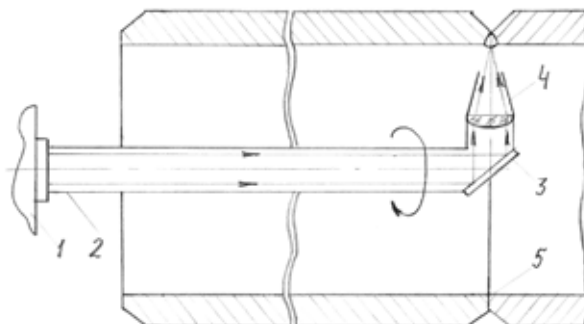
Крім зварювання стиків досліджувалося також питання лазерного й гібридного зварювання кореневого шва. Було встановлено, що для одержання якісного валика зворотного підсилення при зварюванні такого шва, проведеного з боку розробки, остання повинна бути U-подібною або прямокутною (рис. 6).



**Рис. 6. Лазерне зварювання кореневого шву на сталі 13Г1С-У ( $\delta=14,3$  мм): (а) і (б) – з V-подібною розробкою; (в) і (г) – з U-подібною розробкою; (а) і (г) – без присаджувального дроту; (б) і (в) – з дротом Св-08Г2С  $\varnothing 1,2$  мм ( $P=4,4$  кВт,  $VЗВ=16$  м/год)**

У випадку Y-подібною розробки відбувається утягування металу шва, що є дефектом формування з'єднання. Завдання значно спрощується у випадку зварювання з боку притуплення (з боку, протилежному розробці). У зв'язку із цим нами запропонований технологічний прийом одержання якісного зворотного підсилення, що представляє собою лазерне зварювання, яке проводиться відповідно до показаної на рис. 7 схемі. За цією схемою притуплення величиною 5...7 мм зварюється випромінюванням  $CO_2$ -лазера потужністю до 5 кВт без використання присаджувального дроту. Такий технологічний прийом дозволяє одержувати підсилення висотою порядку

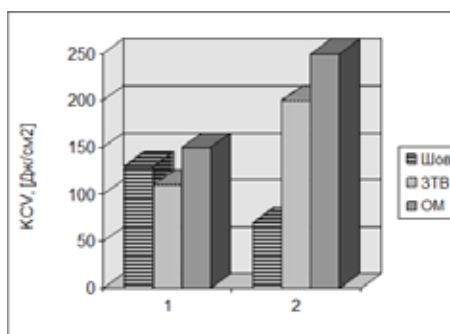
0,5...1,0 мм за рахунок збільшення об'єму переплавленого металу. При цьому структура металу шва й ЗТВ є дрібнозернистою й має підвищену стійкість до корозії, що є важливим моментом, оскільки такий шов пропонується виконувати усередині труби, тобто в місці контакту з агресивним середовищем. При використанні пропонованого технологічного прийому припустимий зазор між кромками, що зварюються, повинен становити 0,1...0,3 мм.



**Рис. 7. Схема орбітального зварювання кореневого шва для монтажу трубних стиків:**  
 1 – CO<sub>2</sub>-лазер; 2 – обертальний променепровід; 3 – поворотне дзеркало;  
 4 – лазерна зварювальна головка; 5 – неповоротний трубний стик

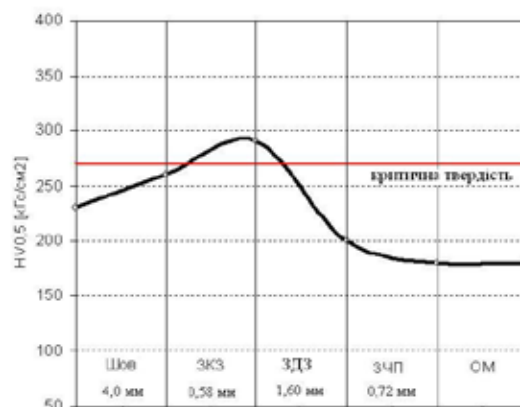
Корозійні випробування отриманих за 3–5 проходів лазерним, лазерно–дуговим і дуговим зварюванням зразків зі сталі 13Г1С–У ( $\delta=14,3$  мм) проводили шляхом холодного хімічного травлення в 6%-ному розчині азотної кислоти. При їхньому проведенні оцінювали час витравлювання міжкристалічних ділянок швів і ЗТВ до певної глибини. У результаті було встановлено, що найкращу стійкість до розтравлювання мають з'єднання, виконані лазерним зварюванням, а найгіршу – дуговим. Гібридне зварювання займає проміжне положення.

Проведені за методом Шарпі (на зразках з гострим надрізом при  $-20^{\circ}\text{C}$ ) виміри ударної в'язкості KCV [Дж/см<sup>2</sup>] показали наступне (рис. 8). У випадку двопрхідного лазерно–дугового зварювання метал шва має значно більшу ударну в'язкість у порівнянні з основним металом, ніж при чотирьохпрхідному зварюванні. Метал ЗТВ навпроти, при чотирьохпрхідному зварюванні має дещо більшу в'язкість, ніж при двопрхідному (порівняно з основним металом). Це можна пояснити тим, що при чотирьохпрхідному зварюванні кожний наступний прохід термічно впливає на попередній, а при виконуваний із двох сторін зразка двопрхідного – такий вплив майже виключається. Таким чином, при чотирьохпрхідному зварюванні відбувається перекристалізація металу шва й нормалізація ЗТВ, а при двопрхідному – переважно зберігаються ті структури, які первинно утворилися при зварюванні. Це підтверджують і металографічні дослідження. Так, у металі шва й ЗТВ чотирьохпрхідного зразка (рис. 2) переважають ферито-перлітні структури. Подібні структури спостерігаються й у металі шва двопрхідного зразка (рис. 3). Однак у ЗТВ останнього є ділянки верхнього бейніту й мартенситу, що сприяє підвищенню твердості в цих областях понад граничні значення НВ 260–280, умовно показаних на рис. 9 товстою горизонтальною лінією.



**Рис. 8. Результати виміру ударної в'язкості KCV [Дж/см<sup>2</sup>] при  $-20^{\circ}\text{C}$  у швах і ЗТВ зразків:**  
 1 – зі сталі 13Г1С–У ( $d=14,3$  мм), зварених гібридним способом за два проходи;  
 2 – зі сталі 10Г2ФБ ( $d=19$  мм), зварених гібридним способом за чотири проходи

Відзначимо, що найбільша твердість спостерігається в місці переходу зони крупного зерна (ЗКЗ) до зони дрібного зерна (ЗДЗ) (рис. 9). Це місце варто вважати найбільш критичним до ударних і циклічних навантажень. Саме тому зразки для виміру ударної в'язкості, значення якої наведені на рис.6, намагалися виконувати так, щоб гострий надріз доводився в цій зоні.



**Рис. 9.** Розподіл твердості HV0,5 (навантаження 0,5 кГс) у литому металі шва й у ЗТВ при двопротічному зварюванні сталі 13Г1С-У ( $\delta=14,3$  мм): ЗКЗ – зона крупного зерна; ЗДЗ – зона дрібного зерна; ЗЧП – зона часткової перекристалізації; ОСМ – основний метал

Отримані авторами результати свідчать про те, що не дивлячись на досить високі досягнуті значення ударної в'язкості необхідні подальші дослідження, спрямовані на зниження твердості ЗТВ при гібридному лазерно-дуговому зварюванні. При лазерному зварюванні існує небезпека утворення гартівних структур як у ЗТВ, так і в литому металі шва. У даний час питання, пов'язані з допустимістю таких структур (у зв'язку з їх дрібнодисперсністю й пластичністю) або їхнім усуненням (за рахунок наступної термообробки або застосування додаткових технологічних прийомів), перебувають на стадії досліджень.

#### Висновки

1. Дослідження структур, одержуваних у зварених з'єднаннях трубних сталей багатопротічним лазерним і лазерно-дуговим зварюванням, а також ударної в'язкості й корозійної стійкості цих з'єднань, дозволяють вважати перспективним застосування зазначених способів зварювання для підвищення ресурсу експлуатації трубопровідного транспорту. Так, лазерно-дугове зварювання трубних сталей дозволяє досягти значень ударної в'язкості при  $-20^{\circ}\text{C}$  у швах до 80%, а у ЗТВ – до 70–80% відносно аналогічного показника для основного металу.

2. Гібридне лазерно-дугове зварювання трубних сталей дозволяє знизити потужність лазерного випромінювання, частково замінивши його більше дешевою потужністю електричної дуги з розрахунку 1 кВт дуги замість  $\sim 0,5$  кВт лазерного випромінювання для  $\delta > 5$  мм.

2. При потужностях лазерного випромінювання до 3 кВт застосування гібридного процесу зварювання сталей доцільно до товщини стінки  $\delta=10$  мм, понад яку глибина проплавлення не зростає, незалежно від зниження швидкості зварювання. Для зварювання більших товщин доцільно використовувати випромінювання з більшими потужностями. У цих же цілях можливе застосування багатопротічного лазерного або гібридного зварювання.

3. При гібридному зварюванні ширина шва й ЗТВ збільшується у порівнянні з лазерним. Підвищення швидкостей зварювання й вмісту вуглецю в основному металі призводять до утворення в ЗТВ небажаних мартенситних структур. Для усунення цього недоліку дворазового перевищення дугової потужності в порівнянні з лазерною недостатньо.

4. Хоча додатковий тепловий вплив електричної дуги й дозволяє управляти термічним циклом процесу для одержання необхідних структур металу шва й ЗТВ, однак цей момент потрібно вивчати додатково.

#### Список використаної літератури

- Guillal, A., Abdelbaki, N., Gaceb, M., Bettayeb, M. Effects of martensite-austenite constituents on mechanical properties of heat affected zone in high strength pipeline steels-review. Chemical engineering transactions. 2018. № 70. P. 583-588. <https://doi.org/10.3303/CET1870098>
- Feng, Y., Ji, L., Chen, H., Jiang, J., Wang, X., Ren, Y., ... Li, S. Research progress and prospect of key technologies for high-strain line pipe steel and pipes. Natural Gas Industry B. 2021. Vol. 8. № 2. P. 146-153. <https://doi.org/10.1016/j.ngib.2020.09.015>
- Üstündağ, Ö., Gook, S., Gumenyuk, A., Rethmeier, M. Hybrid laser arc welding of thick high-strength pipeline steels of grade X120 with adapted heat input. Journal of Materials Processing Technology. 2020. Vol. 275. P. 116358. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2019.116358>
- Qi, X., Di, H., Sun, Q., Wang, X., Chen, X., Gao, Y., Liu, Z. A comparative analysis on microstructure and fracture mechanism of X100 pipeline steel CGHAZ between laser welding and arc welding. Journal of Materials Engineering and Performance. 2019. T. 28. № 11. C. 7006-7015. <https://doi.org/10.1007/s11665-019-04412-5>
- Wang, G., Wang, J., Yin, L., Hu, H., Yao, Z. Quantitative correlation between thermal cycling and the microstructures of X100 pipeline steel laser-welded joints. Materials. 2019. Vol. 13. № 1. P. 121. <https://doi.org/10.3390/ma13010121>
- Ramakrishna R, V. S. M., Amrutha, P. H. S. L. R., Rahman Rashid, R. A., Palanisamy, S. Narrow gap laser welding (NGLW) of structural steels—a technological review and future research recommendations. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2020. Vol. 111. № 7. P. 2277-2300. <https://doi.org/10.1007/s00170-020-06230-9>



7. Sharma, S. K., Maheshwari, S. (2017). A review on welding of high strength oil and gas pipeline steels. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*. 2017. Vol. 38. P. 203-217. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2016.12.039>
8. Maksymov, S. Yu., Gavrilyuk, A. A., Krazhanovskiy, D. M. Development of the technology of semi-automatic arc welding for the conditions of overhaul and reconstruction of the linear part of the main gas pipelines of Ukraine. *The Paton Welding Journal*. 2020. № 11. P. 32-35. <https://doi.org/10.37434/tpwj2020.11.07>
9. Makhenko, O. V., Milenin, O. S., Velikoivanenko, O. A., Rozyuka, G. P., Kozlitina, S. S., Pivtorak, N. I., Dzyubak, L. I. Numerical analysis of the features of limiting state of welded pipeline elements under ultra-low-cycle loading conditions. *The Paton Welding Journal*. 2021. № 1. P. 32-37. <https://doi.org/10.37434/tpwj2021.01.06>
10. Kuchuk-Yatsenko, S. I., Kazymov, B., Zagadarchuk, V., Didkovsky, A. Development of technology of combined joining of position butts of thick-walled pipes of high-strength steels. *The Paton Welding Journal*. 2015. № 10. P. 2-9. <https://doi.org/10.15407/tpwj2015.10.01>
11. Shelyagin V., Khaskin V., Bernatskyi A., Siora A., Sydorets V., Chinakhov D. Multi-pass laser and hybrid laser-arc narrow-gap welding of steel butt joints. *Materials Science Forum*. 2018. Vol. 927. P. 64-71. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.927.64>
12. Bachmann, M., Gumenyuk, A., Rethmeier, M. Welding with high-power lasers: Trends and developments. *Physics Procedia*. 2016. Vol. 83. P. 15-25. <https://doi.org/10.1016/j.phpro.2016.08.003>
13. Shelyagin, V. D., Khaskin, V. Yu., Bernatsky, A. V., Siora, A. V. Prospects of application of laser and hybrid technologies of welding steels to increase service life of pipelines. *The Paton Welding Journal*. № 10. P. 29-32.
14. Kratky, A., Schuöcker, D., Liedl, G. Processing with kW fibre lasers: advantages and limits. In *XVII International Symposium on Gas Flow, Chemical Lasers, and High-Power Lasers*. April 2009. Vol. 7131. P. 493-504. SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.816655>

#### References

1. Guillal, A., Abdelbaki, N., Gaceb, M., and Bettayeb, M., "Effects of martensite-austenite constituents on mechanical properties of heat affected zone in high strength pipeline steels-review", *Chemical engineering transactions*, vol. 70, pp. 583-588, August 2018, <https://doi.org/10.3303/CET1870098>.
2. Feng, Y., Ji, L., Chen, H., Jiang, J., Wang, X., Ren, Y., ... and Li, S., "Research progress and prospect of key technologies for high-strain line pipe steel and pipes", *Natural Gas Industry B*, vol. 8, no. 2, pp. 146-153, April 2021, <https://doi.org/10.1016/j.ngib.2020.09.015>.
3. Üstündağ, Ö., Gook, S., Gumenyuk, A., and Rethmeier, M., "Hybrid laser arc welding of thick high-strength pipeline steels of grade X120 with adapted heat input", *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 275, p. 116358, January 2020, <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2019.116358>.
4. Qi, X., Di, H., Sun, Q., Wang, X., Chen, X., Gao, Y., and Liu, Z., "A comparative analysis on microstructure and fracture mechanism of X100 pipeline steel CGHAZ between laser welding and arc welding", *Journal of Materials Engineering and Performance*, vol. 28, no. 11, pp. 7006-7015, November 2019, <https://doi.org/10.1007/s11665-019-04412-5>.
5. Wang, G., Wang, J., Yin, L., Hu, H., and Yao, Z., "Quantitative correlation between thermal cycling and the microstructures of X100 pipeline steel laser-welded joints", *Materials*, vol. 13, no. 1, p. 121, December 2019, <https://doi.org/10.3390/ma13010121>.
6. Ramakrishna R, V. S. M., Amrutha, P. H. S. L. R., Rahman Rashid, R. A., and Palanisamy, S., "Narrow gap laser welding (NGLW) of structural steels – a technological review and future research recommendations", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 111, no. 7, pp. 2277-2300, December 2020, <https://doi.org/10.1007/s00170-020-06230-9>.
7. Sharma, S. K., and Maheshwari, S., "A review on welding of high strength oil and gas pipeline steels", *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, vol. 38, pp. 203-217, February 2017, <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2016.12.039>.
8. Maksymov, S. Yu., Gavrilyuk, A. A., and Krazhanovskiy, D. M., "Development of the technology of semi-automatic arc welding for the conditions of overhaul and reconstruction of the linear part of the main gas pipelines of Ukraine", *The Paton Welding Journal*, no. 11, pp. 32-35, November 2020, <https://doi.org/10.37434/tpwj2020.11.07>.
9. Makhenko, O. V., Milenin, O. S., Velikoivanenko, O. A., Rozyuka, G. P., Kozlitina, S. S., Pivtorak, N. I., and Dzyubak, L. I., "Numerical analysis of the features of limiting state of welded pipeline elements under ultra-low-cycle loading conditions", *The Paton Welding Journal*, no. 1, pp. 32-37, January 2021, <https://doi.org/10.37434/tpwj2021.01.06>
10. Kuchuk-Yatsenko, S. I., Kazymov, B., Zagadarchuk, V., and Didkovsky, A., "Development of technology of combined joining of position butts of thick-walled pipes of high-strength steels", *The Paton Welding Journal*, no. 10, pp. 2-9, October 2015, <https://doi.org/10.15407/tpwj2015.10.01>.
11. Shelyagin V., Khaskin V., Bernatskyi A., Siora A., Sydorets V., Chinakhov D., "Multi-pass laser and hybrid laser-arc narrow-gap welding of steel butt joints", *Materials Science Forum*, vol. 927, pp. 64-71, July 2018, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.927.64>.
12. Bachmann, M., Gumenyuk, A., and Rethmeier, M., "Welding with high-power lasers: Trends and developments", *Physics Procedia*, vol. 83, pp. 15-25, September 2016, <https://doi.org/10.1016/j.phpro.2016.08.003>
13. Shelyagin, V. D., Khaskin, V. Y., Bernatsky, A. V., and Siora, A. V., "Prospects of application of laser and hybrid technologies of welding steels to increase service life of pipelines", *The Paton Welding Journal*, no. 10, pp. 29-32, October 2010.
14. Kratky, A., Schuöcker, D., and Liedl, G. (2009, April). Processing with kW fibre lasers: advantages and limits. In *XVII International Symposium on Gas Flow, Chemical Lasers, and High-Power Lasers*, vol. 7131, pp. 493-504, SPIE, April 2009, <https://doi.org/10.1117/12.816655>.

О. Б. БУРИКІН

АТ «Вінницяобленерго»

ORCID: 0000-0002-0067-3630

Ю. В. МАЛОГУЛКО

Вінницький національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-6637-7391

А. Л. ПОЛІЩУК

АТ «Вінницяобленерго»

ORCID: 0000-0003-4652-9113

## МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЧАСТКИ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ЗАДАНОГО СПОЖИВАЧА, ЯКА ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Одним із інструментів підтвердження походження електроенергії, що продається на роздрібному ринку є, так звані, Гарантії походження. Вони є основою для розрахунків викидів парникових газів та звітування щодо викидів вуглецю і є найбільш затребуваним європейськими підприємствами. Застосування Гарантій походження передбачає використання спеціалізованих систем та програмного забезпечення, яке дозволяє вести їх облік, випуск та скасування.

В усіх Європейських країнах застосовується відокремлення фізичних процесів від комерційних, тому врахування топології мережі та втрат електроенергії на її передачу є безумовною перевагою наведеного дослідження.

Об'єктом дослідження є механізм підтвердження гарантій походження, що спирається на обґрунтоване визначення обсягів покриття навантаження споживача енергією з відновлювальних джерел.

Наявні рішення для маркування електроенергії на основі сертифікатів Гарантій походження мають низку проблем. Вони часто не точно відображають викиди вуглецю, не забезпечують прозорості та можливості перевірки для кінцевих споживачів оскільки не враховують фізичні процеси передавання електроенергії у системі маркування. Зважаючи на важливість експорту електроенергії, наявність функціонуючого механізму Гарантій Походження набуде особливого значення після прийняття закону Європейського Союзу про «Зелений курс» та впровадження Механізму прикордонного вуглецевого регулювання.

Для вирішення цієї проблеми розроблено метод визначення частки навантаження кожного вузла електричної мережі, що забезпечується певним джерелом електроенергії. Для врахування нелінійності співвідношення між напругами у вузлах електричних мереж та потужностями їх генерування чи навантаження використовуються результати розрахунку ustalених режимів. Метод може бути інструментом підтвердження обсягів електроенергії у гарантіях її походження з урахуванням фізичних процесів електричних мереж.

**Ключові слова:** гарантії походження, відновлювальні джерела енергії, «зелений тариф», блокчейн.

O. B. BURYKIN

JSC «Vinnytsiaoblenergo»

ORCID: 0000-0002-0067-3630

Yu. V. MALOGULKO

Vinnytsia National Technical University

ORCID: 0000-0002-6637-7391

A. L. POLISHCHUK

JSC «Vinnytsiaoblenergo»

ORCID: 0000-0003-4652-9113

## METHOD FOR ESTIMATING THE SHARE OF ELECTRICITY CONSUMPTION BY A GIVEN CONSUMER, WHICH IS PROVIDED FROM RENEWABLE ENERGY SOURCES

One of the tools for confirming the origin of electricity sold on the retail market is the so-called Guarantee of Origin. They are the basis for calculating greenhouse gas emissions and reporting on carbon emissions and are the most requested by European enterprises.

The use of guarantees of origin involves the use of specialized systems and software that allows for their registration, issuance and cancellation. Separation of physical processes from commercial processes is used in all European countries, therefore taking into account the topology of the network and losses of electricity for its transmission is an absolute advantage of the above study.

The object of the research is the mechanism of confirmation of guarantees of origin, which is based on a reasonable determination of the volume of coverage of the consumer's load with energy from renewable sources.

*Existing solutions for electricity labeling based on Guarantees of Origin certificates have a number of problems. They often do not accurately reflect carbon emissions, do not provide transparency and verifiability for end consumers, as they do not take into account the physical processes of electricity transmission in the labeling system. Given the importance of electricity exports, the existence of a functioning mechanism of Guarantees of Origin will become especially important after the adoption of the European Union law on the "Green Deal" and the implementation of the Border Carbon Regulation Mechanism.*

*To solve this problem, a method of determining the share of the load of each node of the electrical network, which is provided by a certain source of electricity, has been developed. To take into account the non-linearity of the relationship between the voltages in the nodes of electric networks and their generation or load capacities, the results of the steady state calculation are used. The method can be a tool for confirming the amount of electricity in guarantees of its origin, taking into account the physical processes of electrical networks.*

**Key words:** *guarantees of origin, renewable energy, green tariff, blockchain.*

### Постановка проблеми

Зміна клімату є основною передумовою для впровадження сталих рішень з виробництва електроенергії на основі відновлювальних джерел енергії (ВДЕ). Швидкий прогрес технологій робить рішення для виробництва та зберігання енергії доступнішими для споживачів та дає їм змогу стати відповідальними учасниками енергетичного процесу. Реальний успіх рішень у сфері енергетики з використанням невичерпних джерел залежить не стільки від технологічної готовності, яка вже значною мірою існує, скільки від усвідомлення споживачами доцільності використання саме ВДЕ. У європейських країнах проводяться активні дослідження стосовно поведінки споживачів під час прийняття рішень щодо використання енергії з відновлюваних джерел шляхом порівняння економічних, екологічних та соціальних переваг. Тому у низці європейських країн впроваджуються нееконімічні стимули, що відіграють важливу роль [1]. Споживачі готові платити більше за позитивну соціальну норму з використання екологічних інновацій не зважаючи на меншу економічну ефективність рішень.

Одним із інструментів підтвердження походження енергії, що продається на роздрібному ринку є, так звані, Гарантії походження (ГП). ГП є дієвим інструментом декарбонізації економіки, основою для розрахунків викидів парникових газів у атмосферу для звітування про викиди вуглецю і є найбільш затребуваним європейськими підприємствами. ГП також є інструментом підтримки ВДЕ на європейських торгових майданчиках. ВДЕ продають ГП трейдерам, або роздрібним постачальникам. Ті своєю чергою пропонують їх далі зацікавленим комерційним споживачам. Основний економічний стимул полягає у зменшеному оподаткуванні, оскільки вся електроенергія у європейських країнах підлягає сплаті «вуглецевого» податку, за винятком електроенергії, виробленої з ВДЕ.

Однією з ключових стратегічних цілей та важливою складовою енергетичної безпеки України є інтеграція її об'єднаної енергосистеми до ENTSO-E. Тому, дослідження у цьому напрямку стають актуальними і для нашої держави. Зважаючи на важливість експорту електроенергії, наявність функціонуючого механізму Гарантій Походження набуде особливого значення після прийняття закону Європейського Союзу (ЄС) про «Зелений курс» та впровадження Механізму прикордонного вуглецевого регулювання у 2023 році [2].

Збільшення частки ВДЕ у енергобалансі країни в умовах ринку електроенергії з урахуванням соціальних норм, що спрямовані на впровадження екологічних інновацій, актуалізує проблему забезпечення споживача енергією з відновлювальних джерел. Фізично реалізувати процес адресного постачання електроенергії за умов паралельної роботи різномісних електростанцій в системі не можливо. Однак для кожного споживача можливо обгрунтовано оцінити частку електроспоживання, яка забезпечується з відновлювальних джерел. Така задача є динамічною. Постійні зміни навантаження споживачів та генерування ВДЕ, зокрема від метеорологічних умов, призводять до змін у структурі балансу електроенергії в енергосистемі. Зміни структури дохідної частини балансу електроенергії впливають на частку електроспоживання окремого споживача, яка покривається з ВДЕ. Крім того впливають місця їх приєднання до мереж, а також графіки генерування та споживання.

Отже, розроблення методу розрахунку складових перетікань електроенергії до певного споживача, що зумовлені генеруванням та споживанням у вузлах електричної мережі (ЕМ) є актуальною задачею.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

У Європейських країнах використання ГП «зеленої» електроенергії спрямоване на досягнення цілей Паризької хартії щодо регулювання заходів зі зменшення викидів діоксиду вуглецю з 2020 р. укладену на заміну Кіотському протоколу.

За оцінками експертів для досягнення цілей Паризької хартії необхідними умовами є повна електрифікація сектора опалення та транспорту [3], а також перехід до використання «зеленого» водню для промислового виробництва технологічного тепла [4]. Тобто, загальне споживання електроенергії зростатиме, що у майбутньому призведе до 100 % виробництва електроенергії з ВДЕ [5].

Оскільки покриття 100 % майбутнього використання електроенергії за допомогою відновлюваної енергії є недосяжним принаймні протягом десяти років [6], актуальним є питання визначення частки «зеленої» енергії енергопостачанні. Це необхідно як для виробників відновлюваної енергії, так і для промислових споживачів, які прагнуть скорочення викидів CO<sub>2</sub> [7]. Крім екологічного аспекту, це пов'язано переважно з необхідністю звітності, що підлягає перевірці. Адже акціонери вимагають розкриття об'ємів CO<sub>2</sub>, що викидається в результаті діяльності підприємств.

Застосування ГП передбачає використання спеціалізованих систем та програмного забезпечення, яке дозволяє вести їх облік, випуск та скасування. Для побудови таких систем дослідники пропонують різні моделі обміну інформацією, як мають свої переваги та недоліки.

В роботі [8] наведено результати досліджень спеціалізованих систем які дозволяють проводити облік ГП. Показано, що такі системи розроблені як національні електронні реєстри, в яких ГП торгуються за кожну вироблену МВт-годину незалежно від місця та часу їх генерування. Тобто, не вирішеним є питання врахування місця та часу виробництва електричної енергії. Причиною цього є відокремлення фізичних процесів від комерційних. Внаслідок такого підходу комунальні підприємства можуть купувати ГП, щоб маркувати невідновлювану електроенергію та продавати її як екологічну для своїх споживачів. Цю практику часто критикують як «зелене відмивання».

У [9] проведено аналіз функціонування Європейських реєстрів гарантій походження. Європейський досвід застосування ГП показує, що вони можуть походити з довільного місця та бути «спожитими» протягом одного року. Реєстри побудовані на припущенні, що неможливо відстежити перетікання енергії. Таке роз'єднання ГП з фізичною реальністю може знизити довіру споживачів [9], що призведе до байдужості та зниження готовності платити за тарифи на «зелену» енергію.

У [6] наведено результати досліджень можливості застосування ГП для визначення викидів вуглецю відповідно до цілей Паризької угоди 2022 р. Показано, що низька дискретність розрахунків перешкоджає ідентифікації споживання за певний проміжок часу. Це є причиною спотворення картини поточного постачання «зеленої» енергії та зменшення точності визначення викидів вуглецю. Отже, не досягається мета стимулювати необхідні інвестиції. Варіантом подолання відповідних труднощів може бути підвищення дискретності розрахунків та врахування втрат електроенергії на її передавання.

Одним з підходів подолання відповідних труднощів обліку ГП розглядається технологія блокчейн у різних модифікаціях [10]. Основними поняттями якими оперує блокчейн є хеш-дерево (дерево Меркла) та хеш-корінь. Валідність та термін придатності кожного сертифіката ГП легко перевірити знаючи хеш-корінь дерева Меркла без розголошення інших властивостей сертифіката ГП. Таким чином, автори запропонували сумісну, масштабовану систему, яка запобігає шахрайству або неправильному обліку, зберігаючи необхідну конфіденційність інформації для всіх учасників. Така структура створює інструмент для перевірки походження, дозволяє уникнути дублювання сертифікатів.

Однак не вирішеним залишилось питання врахування місця та часу виробництва електричної енергії, тобто використовується відокремлення фізичних процесів від комерційних.

Слід зазначити, що нормативними документами регламентуючими підходи до випуску ГП Європейського союзу врахування фізичних процесів у електричних мережах є не обов'язковим. Тому, більшість проаналізованих підходів використовують спрощення, яке передбачає використання процесу видачі ГП саме як комерційного процесу, не пов'язаного з перетіканнями потужності та втратами електроенергії [9].

Все це дозволяє стверджувати, що доцільним є проведення дослідження, присвяченого врахуванню топології мережі та місця виробництва електроенергії у системі маркування ГП. Для цього пропонується вдосконалити пропоновану у [10] модель врахування фізичних процесів шляхом застосування методу розрахунку окремих складових перетікань електроенергії ВДЕ до окремого абонента системи розподілу.

#### **Формулювання мети дослідження**

Метою дослідження є виявлення нових та вдосконалення відомих раніше механізмів оцінювання обсягів енергії з відновлювальних джерел у споживанні окремого споживача. Їх застосування на етапі ідентифікації походження електроенергії, забезпечить врахування фізичних процесів у електричній мережі та сприятиме підвищенню довіри споживачів до сертифікатів ГП.

Для досягнення мети були поставлені такі задачі, як аналіз засобів та способів організації роботи національних електронних реєстрів ГП та розробка методу оцінювання частки електроспоживання заданого споживача, яка забезпечується з відновлювальних джерел енергії.

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

Об'єктом дослідження є механізм підтвердження гарантій походження електроенергії, що спирається на обґрунтоване визначення обсягів покриття навантаження споживача енергією з відновлювальних джерел. Задача ідентифікації потоків електроенергії належить до задач нелінійного програмування. Потоки електроенергії у окремих лініях електропередачі від генерування ВДЕ є нелінійними. Це ускладнює задачу виокремлення окремих складових із сукупного потоку. Тут необхідно враховувати спади напруги у мережі та втрати електроенергії, що викликані її транспортуванням. Розв'язання таких задач пов'язане з низькою алгоритмічності та інформаційних проблем. Для їх усунення, під час формалізації постановки задачі, було використано низку припущень. Зокрема, прийнято, що обладнання електричної мережі можна еквівалентувати елементами з зосередженими параметрами. Спади напруги в елементах ЕМ визначається сукупним потоком електроенергії в заданий момент часу, а не його складовими. Втрати електроенергії в елементах ЕМ від окремих транзакцій приймаються пропорційними спадам напруги та струмам, що зумовлені цими транзакціями. Для розв'язання поставлених задач використані узагальнювальні методи моделювання, методи лінійного та нелінійного програмування. Усталені режими моделюються на базі методу вузлових напруг.

Результати досліджень з визначення обсягу гарантованого покриття навантаження споживача енергією з відновлювальних джерел живлення

#### **Засоби та способи організації роботи національних електронних реєстрів гарантій походження**

ГП є гетерогенними продуктами, що відрізняються за вказаними характеристиками станцій. Це призводить до утворення кількох субринків з різними рівнями цін і ринковою ліквідністю. Скасування Гарантій походження в обсязі споживання електроенергії фізичною особою чи підприємством, дає змогу підтверджувати факт спожи-

вання ними енергії з ВДЕ. Як товарний сертифікат він також може надавати виробникам додаткову винагороду. Приклад організації даних у національному реєстрі ГП показано на рис. 1. Ця технологія забезпечує високий ступінь прозорості за своєю конструкцією та має можливість об'єднати всі сторони на єдиній нейтральній платформі.

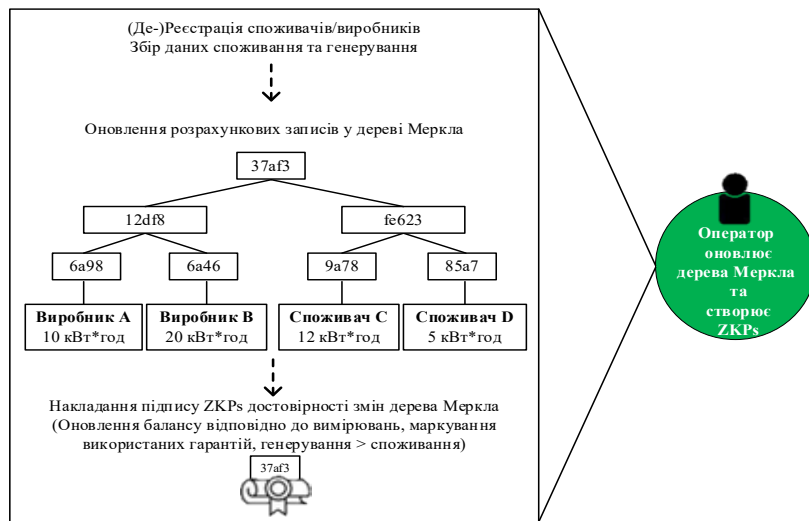


Рис. 1. Організація даних у реєстрі Гарантії походження

Наведене на рис. 1 дерево Меркла – це особлива структура даних, яка містить підсумкову інформацію про деякий більший обсяг даних та використовується для перевірки їх цілісності. Перевірка цілісності даних виконується оператором ГП відповідно до структурної схеми, що показано на рис. 2. Така структура дозволяє маркувати кожну одиницю електроенергії з ВДЕ за технологією блокчейн та торгувати цими сертифікатами окремо від фізичної енергії. Також у якості модифікації системи запропоновано застосування перевірки достовірності хеш-дерева за допомогою методу доведення з нульовим розголошенням ZKP підпис (zero-knowledge proof).

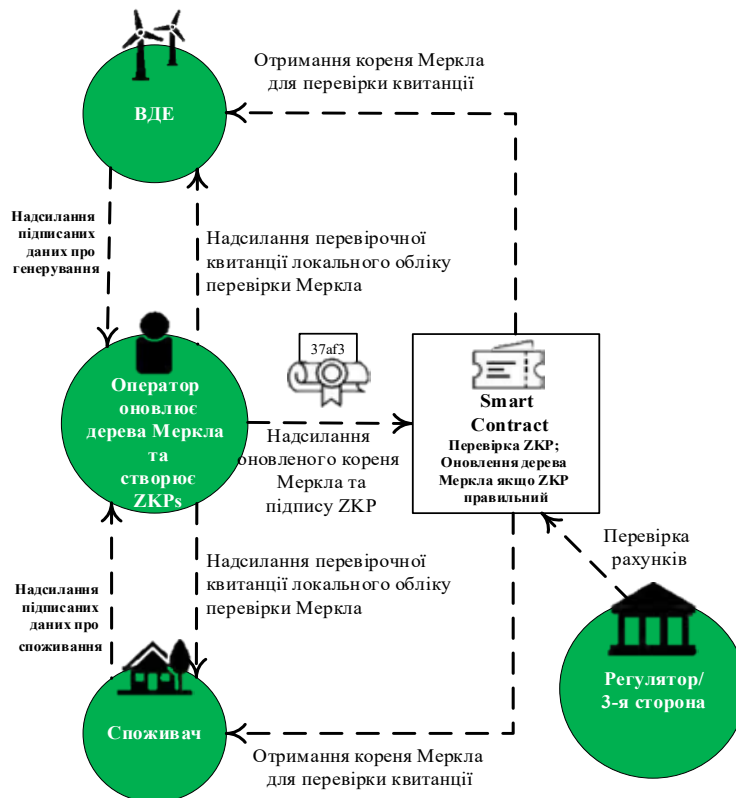


Рис. 2. Узагальнена структура системи маркування Гарантії походження

У пропонованій структурі організації даних у системи маркування Гарантії походження [10] не передбачено врахування топології мережі та місця виробництва електроенергії. Тому, актуальним є вдосконалення вказаної структури доповненням відповідним математичним апаратом оцінювання частки електроспоживання заданого споживача, яка забезпечується з відновлювальних джерел енергії.

Метод оцінювання частки електроспоживання заданого споживача, яка забезпечується з відновлювальних джерел енергії

Для структурування втрат потужності в ЕМ за окремими транзакціями електроенергії з врахуванням нелінійності, у [11] запропоновано використовувати матрицю коефіцієнтів розподілу втрат потужності у вигляді (1):

$$\hat{T}_i = (\hat{U}_i M_{\Sigma i}) \hat{C}_i \hat{U}_d^{-1}, \quad (1)$$

де  $\hat{U}_i$  – транспонований вектор напруг у вузлах включаючи і базисний;  $M_{\Sigma i}$  –  $i$ -ий вектор-стовпець матриці інцидентій;  $\hat{C}_i$  –  $i$ -й вектор-рядок матриці розподілу струмів у вузлах  $\hat{J}$  по вітках схеми електричної мережі з ВДЕ;  $\hat{U}_d^{-1}$  – діагональна обернена матриця напруг у всіх вузлах включаючи і базисний;

Вектор-рядок  $\hat{T}_i$  складається з коефіцієнтів, які показують, яку частку сумарних втрат потужності  $i$ -ої вітки зумовлює протікання по ній потужності навантаження (генерування) кожного вузла.

У виразі (1) перша матриця з'єднань  $M_{\Sigma}$ , складена для всіх вузлів схеми, враховуючи базисний, може бути подана у вигляді суми двох матриць:

$$M_{\Sigma} = M_{\Sigma}^{+} + M_{\Sigma}^{-}, \quad (2)$$

де  $M_{\Sigma}^{+}$  – матриця, що містить фрагмент матриці з'єднань, елементами якої є нулі та одиниці з знаком “+”;  $M_{\Sigma}^{-}$  – та ж матриця, але її елементами є нулі та одиниці з знаком “-”.

Для визначення складових переткань потужності в  $i$ -ій лінії за параметрами її кінця вираз (2) можна подати у вигляді:

$$M_{\Sigma}^k = 0 - M_{\Sigma}^{-}. \quad (3)$$

Вираз (3) містить фрагмент матриці з'єднань, елементами якої є нулі та одиниці з додатнім знаком, яка для кожної лінії ідентифікує вузол її кінця. Для кожного вузла матриця дає змогу визначити лінії, що закінчуються цим вузлом.

Втрати потужності згідно (1) визначаються як різниця між потоком потужності на початку та в кінці кожної вітки. Таким чином, після підстановки у (1)  $M_{\Sigma}^k$  замість  $M_{\Sigma}$  отримано вираз для визначення коефіцієнтів розподілу перетікань потужності у вітках схеми ЕМ, які зумовлені генеруванням у вузлах приєднання ВДЕ:

$$\hat{A}_i = (\hat{U}_i M_{\Sigma i}^k) \hat{C}_{\text{вде}i} \hat{U}_{\text{вде}}^{-1}, \quad (4)$$

де  $\hat{U}_{\text{вде}}^{-1}$  – обернена діагональна матриця напруг у вузлах приєднання ВДЕ;  $\hat{C}_{\text{вде}i}$  –  $i$ -й вектор-рядок фрагменту матриці коефіцієнтів розподілу струмів по вітках схеми ЕМ, який відповідає  $i$ -му вузлу приєднання ВДЕ:

$$\hat{C}_{\text{вде}} = \hat{z}_b^{-1} M_{\text{вде}t} (\hat{Y}_{\text{вде}})^{-1}, \quad (5)$$

$M_{\text{вде}t}$ ,  $\hat{Y}_{\text{вде}}$  – фрагменти транспонованої матриці з'єднань та матриці вузлових провідностей схеми ЕМ, які відповідають вузлам приєднання ВДЕ;  $\hat{z}_b$  – діагональна матриця комплексних опорів віток схеми електричної мережі.

Аналогічно до [2] для визначення перетікань від ВДЕ у вітках схеми можна записати:

$$\hat{S}_{\text{вде}}^b = \hat{A}_i \text{diag}(\hat{S}_{\text{вде}}^b), \quad (6)$$

де  $\hat{S}_{\text{вде}}^b$  – вектор перетікань потужності у вітках схеми викликаних генеруванням у вузлах приєднання ВДЕ;  $\hat{S}_{\text{вде}}^b$  – фрагмент вектору потужностей вузлів ЕМ, що відповідає вузлам приєднання ВДЕ.

Отриманий за виразом (6) вектор  $\hat{S}_{\text{вде}}^b$  буде вміщувати лише перетікання у вітках, які зумовлені генеруванням ВДЕ. Для визначення перетікань від інших центрів живлення, зокрема електростанцій гарантованого генерування, у  $i$ -ій вітці схеми ЕМ, по аналогії з [3] запропоновано використовувати вираз:

$$\hat{S}_{\text{цж}i}^b = (\hat{U}_i M_{\Sigma i}^k) \hat{D}_{\text{цж}i} \hat{U}_{\text{цж}}^{-1}, \quad (7)$$

де  $\hat{D}_{\text{цж}i}$  –  $i$ -й вектор-рядок матриці провідностей, який відповідає  $i$ -ій вітці схеми ЕМ та визначається з матриці кумулятивних провідностей:

$$\hat{D}_{\text{цж}} = \hat{z}_b^{-1} (M_{\text{цж}t} - M_{\text{вде}t} (\hat{Y}_{\text{вде}})^{-1} \hat{Y}_{\text{цж}}), \quad (8)$$

$M_{\text{цкт}}, \dot{Y}_{\text{цк}}$  – фрагменти транспонованої матриці з'єднань та матриці вузлових провідностей схеми електричної мережі, які відповідають сукупності вузлів схеми ЕМ за виключенням вузлів приєднання ВДЕ. Матриця  $D_{\text{цк}}$  має фізичний зміст провідностей, що формують струми від центрів живлення (зокрема, базисного вузла) до вузлів споживання.

З врахуванням (6) і (7) можна записати вирази для визначення обсягів гарантованого покриття навантаження споживача енергією з відновлювальних джерел та від інших центрів живлення [12]:

$$\dot{S}_{\text{вде}}^{\text{част}} = M_{\Sigma} \dot{S}_{\text{вде}}^{\text{в}}; \quad \dot{S}_{\text{цк}}^{\text{част}} = M_{\Sigma} \dot{S}_{\text{цк}}^{\text{в}}. \quad (9)$$

Матриця  $\dot{S}_{\text{вде}}^{\text{част}}$  має розмірність за кількістю вузлів приєднання ВДЕ та загальною кількістю вузлів схеми. Вона вміщує обсяги гарантованого покриття навантаження окремих споживачів енергією з визначених ВДЕ. Враховуючи зв'язок між (6) та (9) матрична сума часткових обсягів  $\dot{S} = \dot{S}_{\text{вде}}^{\text{част}} + \dot{S}_{\text{цк}}^{\text{част}}$  завжди буде дорівнювати сумарним розрахунковим потужностям навантаження (генерування) у вузлах ЕМ  $\dot{S}$ .

Структура організації даних у реєстрі гарантій походження базується на блоках, які вже продуктивно використовуються в децентралізованих фінансах, наприклад, у формі ЗКР. Аналіз джерел для порівняння отриманих результатів з досягненнями інших науковців у вказаній проблематиці показав [12], що у всіх Європейських країнах застосовується відокремлення фізичних процесів від комерційних, тому врахування топології мережі та втрат електроенергії на її передачу є безумовною перевагою наведеного дослідження.

Більшість Європейських експертів погоджується, що найкращим підходом до урахування втрат електроенергії є вимога до відповідального ОСП (та/або ОСР) компенсації втрат в мережі шляхом скасування належної кількості ГП, та видалення їх з ринку.

Доповнення запропованої у [10] структури організації даних реєстру гарантій походження обґрунтованим з точки зору електротехніки алгоритмом випуску ГП дозволить обмежити обсяги їх купівлі окремими споживачами. Споживач, що приєднаний до електромережі з надлишком ВДЕ не буде мати обмежень у придбанні ГП, якщо графік його електроспоживання частково або повністю відповідає графіку роботи електростанцій з ВДЕ. За інших умов на придбання ГП накладаються об'єктивні обмеження. Адже вироблена з ВДЕ електроенергія споживається в момент її вироблення визначеним колом споживачів з відповідним зниженням викидів вуглецю. Такий підхід є інструментом підтвердження гарантій походження енергії, що продається на роздрібному ринку. Це унеможлиблює подвійний облік зеленої енергії, створює прозорі умови для видачі сертифікатів та досить точно відображає викиди вуглецю.

Використання пропонованого методу потребує додаткових обчислень, що може дещо уповільнити процес видачі ГП. Для зменшення кількості розрахунків доцільно використовувати певні спрощення шляхом застосування типових режимів роботи електричної мережі та переходу від методу чисельного інтегрування до методу середніх навантажень.

На підставі досліджень було запропоновано метод та алгоритм визначення частки перетікань потужності до певного вузла навантаження від сукупності відновлюваних джерел енергії, що має певні переваги. Загальні обсяги ГП які може закупити споживач запропоновано визначати з урахуванням параметрів режиму та фізичних процесів у електричних мережах. Це дає можливість врахувати втрати електричної енергії на її передачу та більш точно враховувати викиди вуглецю.

Недоліками застосування пропонованого механізму є необхідність забезпечення високої пропускної здатності обліку електроенергії, наближену до реального часу. Кожному окремому споживачеві потрібна буде транзакція кожні 15 хвилин. Це також створює додаткові вимоги до обчислюваної техніки та організації даних у системі ГП Крім того, необхідно враховувати питання обробки помилок, наприклад, у разі затримки передачі показників лічильників.

Розвиток даного дослідження полягає у формуванні стійких залежностей між параметрами режиму та обсягами розподілу ГП для характерних режимів. Це дозволить зменшити обчислювальне навантаження та спростити процес визначення можливих обсягів ГП для кожного споживача.

### Висновки

Існуючі підходи до організації роботи національних електронних реєстрів ГП не передбачають врахування топології мережі та місця виробництва електроенергії. Реєстри організовані на принципах відокремлення фізичних процесів від комерційних. Тому, актуальним є доповнення існуючої структури організації ГП врахуванням фізичних процесів у системах передачі та розподілу електроенергії, що потребує розроблення відповідного математичного апарату.

Розроблено метод визначення частки перетікань потужності до певного вузла навантаження від сукупності відновлюваних джерел енергії, що приєднані до ЕМ. Для врахування нелінійності співвідношення між напругами у вузлах ЕМ та потужностями їх генерування чи навантаження використовуються результати розрахунку усталених режимів. Для оцінювання обсягів покриття навантаження заданого споживача з відновлюваних джерел енергії використовуються результати структурування перетікань потужності до вузла його приєднання за джерелами походження. Пропонований метод може бути інструментом підтвердження гарантій походження енергії, що продається на роздрібному ринку.

### Список використаної літератури

1. Kotilainen, K., Valta, J., Makinen, S. J., & Jarventausta, P. (2017). Understanding consumers' renewable energy behaviour beyond "homo economicus": An exploratory survey in four European countries. 2017 14th International Conference on the European Energy Market (EEM). <https://doi.org/10.1109/eem.2017.7981932>

2. E3G, LEHNE, J., & SARTOR, O. (2020, September). Navigating The Politics Of Border Carbon Adjustments. [https://www.e3g.org/wp-content/uploads/E3G-Briefing\\_Politics\\_Border\\_Carbon\\_Adjustment.pdf](https://www.e3g.org/wp-content/uploads/E3G-Briefing_Politics_Border_Carbon_Adjustment.pdf)
3. Hansen, K., Breyer, C., & Lund, H. (2019). Status and perspectives on 100% renewable energy systems. *Energy*, 175, 471–480. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.03.092>.
4. Van Renssen, S. (2020). The hydrogen solution? *Nature Climate Change*, 10(9), 799–801. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0891-0>.
5. V. Kulyk, O. Burykin, M. Juliya and P. Viktor, "Optimization of Reactive Energy Flows in the Electric Grid Taking Into Account Allowable Voltage Fluctuations," *2018 IEEE 3rd International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS)*, Kharkiv, 2018, pp. 265-270. doi:10.1109/IEPS.2018.8559542.
6. De Chalendar, J. A., & Benson, S. M. (2019). Why 100% Renewable Energy Is Not Enough. *Joule*, 3(6), 1389–1393. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2019.05.002>.
7. Comello, S., Reichelstein, J., & Reichelstein, S. (2021). Corporate Carbon Reduction Pledges: An Effective Tool to Mitigate Climate Change? SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3875343>.
8. Will, C., Jochem, P., & Fichtner, W. (2017). Defining a day-ahead spot market for unbundled time-specific renewable energy certificates. 2017 14th International Conference on the European Energy Market (EEM). <https://doi.org/10.1109/EEM.2017.7981967>
9. Hamburger, K. (2019). Is guarantee of origin really an effective energy policy tool in Europe? A critical approach. *Society and Economy*, 41(4), 487–507. <https://doi.org/10.1556/204.2019.41.4.6>.
10. Sedlmeir, J., Völter, F., & Strüker, J. (2021). The next stage of green electricity labeling. *ACM SIGEnergy Energy Informatics Review*, 1(1), 20–31. <https://doi.org/10.1145/3508467.3508470>.
11. Abenov, A., Lezhnjuk, P. D., Kulik, V. V., Burykin, O. B., Malogulko, J. V., & Kacejko, P. (2018). Transmission loss allocation for a bilateral contract in deregulated electricity market. *Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018*. <https://doi.org/10.1117/12.2501604>.
12. Lezhniuk, P., Burykin, O., Kulyk, V., Malogulko, J., Polishchuk, A., & Sytnyk, A. (2022). Devising a method for estimating the share of electricity consumption by a given consumer, which is provided from renewable energy sources. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(8(119)), 21–30. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265749>.

#### References

1. Kotilainen, K., Valta, J., Makinen, S. J., & Jarventausta, P. (2017). Understanding consumers' renewable energy behaviour beyond "homo economicus": An exploratory survey in four European countries. 2017 14th International Conference on the European Energy Market (EEM). <https://doi.org/10.1109/eem.2017.7981932>
2. E3G, LEHNE, J., & SARTOR, O. (2020, September). Navigating The Politics Of Border Carbon Adjustments. [https://www.e3g.org/wp-content/uploads/E3G-Briefing\\_Politics\\_Border\\_Carbon\\_Adjustment.pdf](https://www.e3g.org/wp-content/uploads/E3G-Briefing_Politics_Border_Carbon_Adjustment.pdf)
3. Hansen, K., Breyer, C., & Lund, H. (2019). Status and perspectives on 100% renewable energy systems. *Energy*, 175, 471–480. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.03.092>.
4. Van Renssen, S. (2020). The hydrogen solution? *Nature Climate Change*, 10(9), 799–801. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0891-0>.
5. V. Kulyk, O. Burykin, M. Juliya and P. Viktor, "Optimization of Reactive Energy Flows in the Electric Grid Taking Into Account Allowable Voltage Fluctuations," *2018 IEEE 3rd International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS)*, Kharkiv, 2018, pp. 265-270. doi:10.1109/IEPS.2018.8559542.
6. De Chalendar, J. A., & Benson, S. M. (2019). Why 100% Renewable Energy Is Not Enough. *Joule*, 3(6), 1389–1393. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2019.05.002>.
7. Comello, S., Reichelstein, J., & Reichelstein, S. (2021). Corporate Carbon Reduction Pledges: An Effective Tool to Mitigate Climate Change? SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3875343>.
8. Will, C., Jochem, P., & Fichtner, W. (2017). Defining a day-ahead spot market for unbundled time-specific renewable energy certificates. 2017 14th International Conference on the European Energy Market (EEM). <https://doi.org/10.1109/EEM.2017.7981967>
9. Hamburger, K. (2019). Is guarantee of origin really an effective energy policy tool in Europe? A critical approach. *Society and Economy*, 41(4), 487–507. <https://doi.org/10.1556/204.2019.41.4.6>.
10. Sedlmeir, J., Völter, F., & Strüker, J. (2021). The next stage of green electricity labeling. *ACM SIGEnergy Energy Informatics Review*, 1(1), 20–31. <https://doi.org/10.1145/3508467.3508470>.
11. Abenov, A., Lezhnjuk, P. D., Kulik, V. V., Burykin, O. B., Malogulko, J. V., & Kacejko, P. (2018). Transmission loss allocation for a bilateral contract in deregulated electricity market. *Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018*. <https://doi.org/10.1117/12.2501604>.
12. Lezhniuk, P., Burykin, O., Kulyk, V., Malogulko, J., Polishchuk, A., & Sytnyk, A. (2022). Devising a method for estimating the share of electricity consumption by a given consumer, which is provided from renewable energy sources. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(8(119)), 21–30. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265749>.



В. В. ЛЕБІДЬ

Національний транспортний університет

ORCID: 0000-0002-1260-3760

Ю. А. МЕЙШ

Національний транспортний університет

ORCID: 0000-0001-7492-700X

Н. В. МАЙБОРОДІНА

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів  
і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут»

ORCID: 0000-0003-1754-6790

В. П. ГЕРАСИМЕНКО

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів  
і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут»

ORCID: 0000-0002-4017-1141

## ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДО ПРОГНОЗУВАННЯ МИТНИХ НАДХОДЖЕНЬ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КІЛЬКОСТІ ОФОРМЛЕНИХ МИТНИХ ДЕКЛАРАЦІЙ МИТНИМ ПОСТОМ

В роботі розглянуто питання прогнозування отримання митних надходжень від сплати митних платежів в залежності від кількості оформлених митних декларацій в різних митних режимах. Митна сфера є однією із надважливих галузей у необхідності прийняття негайних та оперативних рішень, які стосуються економічних змін щодо перетину державного митного кордону та оформлення митних декларацій. Для детального аналізу та можливості виконання прогнозу митних надходжень митним постом використані матеріали щодо результатів діяльності одного з митного постів м. Києва. На практиці при дослідженні економічних явищ, що стосуються митного обкладання товарів при їх ввезенні (імпорт) і вивезенні (експорт) та процесів сплати митних платежів спостерігаються зміни в цих явищах під впливом не одного, а декількох факторів, отже вивчення змін які відбуваються є актуальною задачею.

Представлено математичну модель прогнозування митних надходжень від сплати митних платежів. Для успішної побудови математичної моделі прогнозування митних надходжень застосовується метод оцінювання параметрів моделі та враховуються особливості наданої митним постом економічної інформації, з метою кількісного вимірювання взаємозв'язків між досліджуваними процесами (кількісний показник митних надходжень в залежності від кількості оформлених митних декларацій в різних митних режимах) і можливістю подальшого прогнозування. Економічно правильна постановка задачі та можливість подальшої інтерпретації отриманих результатів являються важливими складовими успіху дослідження поряд із логічно правильним формальним застосуванням наявного математичного інструментарію.

Проведено кількісний аналіз роботи особового складу одного з відділів митного оформлення митного поста для можливості прогнозування суми надходження податків і зборів в залежності від нарахованих митних платежів. Наведено інтерпретацію оцінок параметрів моделі.

**Ключові слова:** митне оформлення, митний пост, митні платежі, експорт, імпорт, транзит, митна декларація, прогнозування, математична модель, множинна регресія, вибіркові параметри моделі.

V. V. LEBID

National Transport University

ORCID: 0000-0002-1260-3760

Yu. A. MEISH

National Transport University

ORCID: 0000-0001-7492-700X

N. V. MAIBORODINA

Separated Subdivision National University of Life and Environmental Sciences  
of Ukraine "Nizhyn Agrotechnical Institute"

ORCID: 0000-0003-1754-6790

V. P. GERASYMENKO

Separated Subdivision National University of Life and Environmental Sciences  
of Ukraine "Nizhyn Agrotechnical Institute"

ORCID: 0000-0002-4017-1141

## APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELING TO PREDICTION OF TAXES RECEIVED BY THE CUSTOMS POST DEPENDING ON THE NUMBER OF CUSTOMS DECLARATIONS COMPLETED

The paper considers the issue of forecasting the receipt of customs revenues from the payment of customs payments depending on the number of completed customs declarations in various customs regimes. The customs sphere is one

of the most important sectors in the need to make immediate and operational decisions related to economic changes regarding the crossing of the state customs border and the preparation of customs declarations. Materials related to the results of the activities of one of the customs posts in Kyiv were used for a detailed analysis and the possibility of performing the forecast of customs receipts by the customs post. In practice, during the study of economic phenomena related to the customs taxation of goods during their import (import) and export (export) and the processes of payment of customs payments, changes in these phenomena are observed under the influence of not one, but several factors, therefore, the study of the changes that occur is a relevant issue.

A mathematical model for forecasting customs revenues from the payment of customs payments is presented. The method of evaluating the parameters of the model is used for the successful construction of a mathematical model for forecasting customs revenues and the features of the economic information provided by the customs post are taken into account in order to quantitatively measure the relationships between the investigated processes (quantitative indicator of customs revenues depending on the number of completed customs declarations in different customs regimes) and the possibility of further forecasting. An economically correct statement of the problem and the possibility of further interpretation of the obtained results are important components of the success of the research along with the logically correct formal application of the available mathematical tools.

A quantitative analysis of the work of the personnel of one of the customs clearance departments of the customs post was carried out for the possibility of forecasting the amount of taxes and fees, depending on the accrued customs payments. An interpretation of model parameter estimates is provided.

**Key words:** customs clearance, customs post, customs payments, export, import, transit, customs declaration, forecasting, mathematical model, multiple regression, sample parameters of the model.

### Постановка проблеми

Оголошений період воєнного стану в Україні, відповідно до Наказу Президента України № 64 від 24.02.2022 року у зв'язку з військовою агресією Російської Федерації, охарактеризувався ухваленням органами державної влади України значної кількості різноманітних нормативно-правових актів [1]. Митна сфера стала однією із надважливих галузей у необхідності прийняття негайних та оперативних рішень, які стосувалися економічних змін щодо перетину державного митного кордону та оформлення митних декларацій. Це було викликано необхідністю переведення економіки України на умови роботи воєнного часу. В таких умовах прогнозування економічних явищ та процесів на основі побудови математичних моделей відіграють надважливу роль. На практиці при дослідженні економічних явищ щодо митного обкладання товарів при їх ввезенні (імпорт) і вивезенні (експорт) та процесів сплати митних платежів спостерігаються зміни в цих явищах під впливом не одного, а декількох факторів.

### Формулювання мети дослідження

Як відомо, одним із головних важелів регулювання зовнішньоекономічної діяльності країни та наповнення державного бюджету є митні платежі. Сплата їх залежать від кількості оформлених митних декларацій. Отже, метою представленої роботи є постановка та побудова лінійної багатофакторної моделі прогнозування митних надходжень митним постом від сплати митних платежів в залежності від кількості оформлених митних декларацій за рік у різних режимах митного оформлення (імпорт, експорт, транзит) на основі роботи п'яти підрозділів одного з Київських митних постів.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

В умовах економічної нестабільності, невизначеності та ризику дослідженням ефективної системи оподаткування зовнішньоекономічної діяльності України займаються відомі вчені-економісти, такі як В. Андрущенко, А. Крисоватий, С. Буранов, О. Гребельник, Ю. Іванов, В. Науменко, П. Пашко та інші [2–6]. Однак дослідження прогнозованих податків від сплати митних платежів та їх вплив на подальший розвиток зовнішньоекономічних відносин в умовах воєнного стану в країні потребує подальших досліджень.

### Виклад основного матеріалу

Розглянемо діяльність одного із Київських митних постів. Митний пост у своїй діяльності керується Конституцією та законами України, міжнародними договорами України, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, Митним кодексом України, актами Президента України та постановами Верховної Ради України, прийнятими відповідно до Конституції та законів України, актами Кабінету Міністрів України, нормативно-правовими актами Міністерства фінансів України, іншими актами законодавства, розпорядчими документами Держмитслужби, дорученнями Голови Держмитслужби (особи, яка виконує його обов'язки), його першого заступника та заступників, а також наказами Київської митниці, Положенням про Київську митницю Держмитслужби.

Митний пост здійснює свою діяльність та митні формальності за адресою свого розташування, за місцями розташування підрозділів митного оформлення, які входять до його складу, та поза їх місцем розташування, з урахуванням положень статті 247 Митного кодексу України у визначеній зоні його відповідальності.

Одним із основних завдань митного поста є забезпечення справляння митних платежів, контроль правильності обчислення, своєчасності та повноти їх сплати, застосування заходів щодо їх примусового стягнення у межах повноважень, визначених Митним кодексом України, Податковим кодексом України, Положенням про Державну митну службу України, затвердженого постановою КМУ від 06.03.2019 № 227, та іншими актами законодавства України.

До складу митного поста входять п'ять підрозділів митного оформлення.

Практика нарахування митних платежів та отримання податків державою зумовлює багато дискусій та скарг платників, судових оскаржень, що відбувається на тлі загального зростання обсягів імпорту та погіршення сальдо платіжного балансу нашої країни.

На основі даних отриманих за період роботи з 01.12.2021 – по 31.12.2021 митного посту по оформленню декларацій в різних митних режимах оформлення (імпорт, експорт та транзит) побудовано математичну модель прогнозування суми митних надходжень та зборів (табл. 1).

Таблиця 1

Аналітичне представлення кількості оформлених митних декларацій у різних митних режимах за 2021 р. [7, 8].

Номер посту	Кількість оформлених митних декларацій, (шт.)				Сума перерахованих податків і зборів, (тис. грн)
	ІМ	ЕК	ТР	Всього	
1	1551	332	95	1978	357085,4
2	1473	478	1	1952	303438,9
3	1676	803	269	2748	313462,5
4	781	90	0	871	189804,3
5	99	315	0	414	46519,4

В таблиці введено наступні позначення:

ІМ – митні декларації оформлені в митному режимі імпорт

ЕМ – митні декларації оформлені в митному режимі експорт

ТР – митні декларації оформлені в митному режимі транзит

Розглянемо побудову лінійної моделі множинної регресії на основі даних представлених в таблиці 1. Специфікуємо модель в лінійній формі [9, 10].

Теоретична лінійна модель множинної регресії має вигляд (1):

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + u, \quad (1)$$

де  $a_0, a_1, a_2, a_3$  – параметри моделі,  $u$  – випадкова складова або залишки.

В даній роботі параметрами  $a_1, a_2, a_3$  відповідно є кількості митних декларацій оформлених в митних режимах імпорту, експорту та транзиту.

Емпірична лінійна модель множинної регресії має вигляд (2):

$$\hat{y} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1x_1 + \hat{a}_2x_2 + \hat{a}_3x_3, \quad (2)$$

де  $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3$  – оцінки параметрів моделі.

Оскільки ми маємо справу з вибірковою моделлю (побудована для вибірки), то параметри вибіркової моделі є випадковими величинами, а їх математичне сподівання дорівнює параметрам моделі для генеральної сукупності. Для того, щоб визначити параметри моделі для генеральної сукупності, необхідно за вибіркою отримати якомога кращі оцінки параметрів, тобто значення, найближчі до параметрів моделі генеральної сукупності. З цією метою будемо використовувати метод найменших квадратів.

Знайдемо оцінки  $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3$  параметрів моделі методом найменших квадратів, використовуючи оператор оцінювання параметрів моделі (3):

$$\hat{A} = (X^T \cdot X)^{-1} \cdot X^T \cdot Y, \quad (3)$$

де  $\hat{A}$  – вектор оцінок параметрів  $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3$ ;  $X^T$  – матриця, транспонована до матриці  $X$ ;  $(X^T \cdot X)^{-1}$  – матриця, обернена до матриці  $X^T \cdot X$ .

Для відшукання вектора оцінок  $\hat{A}$  виконаємо наступні кроки.

Запишемо вихідні дані в матричному вигляді: вектор-стовпець залежної змінної  $Y_{5 \times 1}$  та матрицю незалежних змінних  $X_{5 \times 4}$  (оскільки вважаємо, що в моделі присутня оцінка  $\hat{a}_0$ , то в перший стовпець матриці  $X$  запишемо одиниці) (числа  $5 \times 1$  та  $5 \times 4$  вказують на розмір матриць – кількість рядків та стовпців матриці):

$$Y_{5 \times 1} = \begin{pmatrix} 357085,4 \\ 303438,9 \\ 313462,5 \\ 189804,3 \\ 46519,4 \end{pmatrix}, \quad X_{5 \times 4} = \begin{pmatrix} 1 & 1551 & 332 & 95 \\ 1 & 1473 & 478 & 1 \\ 1 & 1676 & 803 & 269 \\ 1 & 781 & 90 & 0 \\ 1 & 99 & 315 & 0 \end{pmatrix}.$$

Запишемо матрицю  $X^T$  – транспоновану до матриці  $X$ :

$$X_{4 \times 5}^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1551 & 1473 & 1676 & 781 & 99 \\ 332 & 478 & 803 & 90 & 315 \\ 95 & 1 & 269 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Знайдемо добуток матриць  $X^T \cdot X$  :

$$X^T \cdot X = \begin{pmatrix} 5 & 5580 & 2018 & 365 \\ 5580 & 8004068 & 2666329 & 599662 \\ 2018 & 2666329 & 1090842 & 248025 \\ 365 & 599662 & 248025 & 81387 \end{pmatrix}.$$

Зверніть увагу на те, що елементи матриці  $X^T \cdot X$  симетричні відносно головної діагоналі. Знайдемо матрицю  $(X^T \cdot X)^{-1}$ , обернену до матриці  $X^T \cdot X$  (оскільки матриця розміру  $(X^T \cdot X)_{4 \times 4}$ , то обернена до неї матриця такого ж розміру  $(X^T \cdot X)_{4 \times 4}^{-1}$ ):

$$(X^T \cdot X)^{-1} = \begin{pmatrix} 1,530439 & -0,000642 & -0,002531 & 0,005577 \\ -0,000642 & 0,000001 & -0,000001 & -0,000002 \\ -0,002531 & -0,000001 & 0,000001 & -0,000019 \\ 0,005577 & -0,000002 & -0,000019 & 0,000006 \end{pmatrix}.$$

Зверніть увагу на те, що елементи матриці  $(X^T \cdot X)^{-1}$  також симетричні відносно головної діагоналі. Знайдемо добуток матриць  $X^T \cdot Y$ . Оскільки  $X_{4 \times 12}^T \cdot Y_{12 \times 1} = (X^T \cdot Y)_{4 \times 1}$ , одержимо матрицю:

$$X^T \cdot Y = \begin{pmatrix} 1210310,5 \\ 1679010684 \\ 547042533 \\ 118547964 \end{pmatrix}.$$

Знайдемо матрицю  $\hat{A}$ , яка являє собою добуток матриці  $(X^T \cdot X)^{-1}$  на матрицю  $X^T \cdot Y$ . Оскільки  $(X^T \cdot X)_{4 \times 4}^{-1} \cdot (X^T \cdot Y)_{4 \times 1} = \hat{A}_{4 \times 1}$ , одержимо:

$$\hat{A} = \begin{pmatrix} 51569,65 \\ 207,56 \\ -104,62 \\ 14,88 \end{pmatrix}.$$

Знайдені методом найменших квадратів оцінки параметрів такі:

$$\hat{a}_0 = 51569,65; \quad \hat{a}_1 = 207,56; \quad \hat{a}_2 = -104,62; \quad \hat{a}_3 = 14,88.$$

Отже, теоретична лінійна модель множинної регресії має вигляд:

$$y = 51569,65 + 207,56x_1 - 104,62x_2 + 14,88x_3 + u. \quad (4)$$

Для практичного застосування даної моделі, випадкову складову  $u$  в формулі (4) відкидаємо і одержуємо емпіричну лінійну модель множинної регресії:

$$\hat{a}_0 = 51569,65; \quad \hat{a}_1 = 207,56; \quad \hat{a}_2 = -104,62; \quad \hat{a}_3 = 14,88. \quad (5)$$

Інтерпретація оцінок параметрів моделі.

Оцінка  $\hat{a}_1 = 207,56$  вказує на те, що при збільшенні кількості митних декларацій оформлених в митному режимі імпорт на 1 шт. сума перерахованих податків і зборів (тис. грн) збільшується на 207,56 одиниці (за умови, що ЕМ – митні декларації оформлені в митному режимі експорт та ТР – митні декларації оформлені в митному режимі транзит залишаються не змінними).

Оцінка  $\hat{a}_2 = -104,62$  вказує на те, що при збільшенні кількості митних декларацій оформлених в митному режимі експорт на 1 шт. сума перерахованих податків і зборів (тис. грн) зменшується на -104,62 одиниці (за умови, що ІМ – митні декларації оформлені в митному режимі імпорт та ТР – митні декларації оформлені в митному режимі транзит будуть не змінними).

Оцінка  $\hat{a}_3 = 14,88$  вказує на те, що при збільшенні митних декларацій оформлених в митному режимі транзит на 1 шт. сума перерахованих податків і зборів (тис. грн) збільшиться на 14,88 одиниці (за умови, що ІМ – митні декларації оформлені в митному режимі імпорту та ЕМ – митні декларації оформлені в митному режимі експорту будуть не змінними).

#### Висновки

В даній роботі наведено постановку задачі про прогнозування суми перерахованих митних надходжень в залежності від кількості оформлених декларацій у митних режимах імпорту, експорту та транзиту. Побудована багатофакторна лінійна модель множинної регресії для заданої залежності. Наведена інтерпретація оцінок параметрів моделі. Отримана модель дає можливість проводити кількісний аналіз роботи особового складу митного поста по оформленню декларацій та прогнозувати суми митних надходжень та зборів в залежності від нарахованих митних платежів за певний період часу.

#### Список використаної літератури

1. Про затвердження положень про Державну податкову службу України та про Державну митну службу України (із змінами та доповненнями) від 2 березня 2015 р. № 1153 і від 7 березня 2022 р. № 216 : Постанова Кабінету Міністрів України від 16.03.2022 р. № 291. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/291-2022-п#Text>.
2. Митна справа: підруч. / А. І. Крисоватий, С. Д. Герчаківський, О. Б. Дем'янюк та ін. ; за ред. А. І. Крисоватого. Тернопіль : ВПЦ «Екон. думка ТНЕУ», 2014. 540 с.
3. Баранов С. О. Митне право України : навчально-методичний посібник. Одеса, 2017. 375 с.
4. Прокопенко В. В. Виконання митних формальностей при переміщенні товарів через митний кордон України різними видами транспорту : монографія. Дніпро : Ун-т митної справи та фінансів. 2018. 336 с.
5. Найденко О.С., Тихомирова Д.В. Роль митних платежів в митній політиці. Інфраструктура ринку. Випуск 60. Ст. 180-185. URL: [http://market-infr.od.ua/journals/2021/60\\_2021/34.pdf](http://market-infr.od.ua/journals/2021/60_2021/34.pdf)
6. Дубовик О., Мартинюк І. Фіскальна ефективність митних платежів в Україні. URL: <http://dspace.oneu.edu.ua>
7. Доходи держбюджету України. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/finance/budget/gov/income/>(дата звернення: 05.12.2022)
8. Порівняльний аналіз фіскального ефекту від застосування інструментів уникнення оподаткування в Україні: нові виклики. URL: [https://case-ukraine.com.ua/content/uploads/2020/09/CASE\\_Tax-avoidance.pdf](https://case-ukraine.com.ua/content/uploads/2020/09/CASE_Tax-avoidance.pdf)
9. Наконечний С.І. Економетрія: підручник / Наконечний С.І., Терещенко Т.О., Романюк Т.П. К.: КНЕУ, 2004. 520 с.
10. Майбородина Н.В. Економетрика: навчальний посібник / Майбородина Н.В. Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2021. 280 с.

#### References

1. Pro zatverdzhennia polozhen pro Derzhavnu podatkovu sluzhbu Ukrainy ta pro Derzhavnu mytnu sluzhbu Ukrainy (iz zminamy ta dopovnenniamy) vid 2 bereznia 2015 r. № 1153 i vid 7 bereznia 2022 r. № 216 : Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 16.03.2022 r. № 291. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/291-2022-п#Text>.
2. Mytna sprava: pidruch. / A. I. Krysovatyi, S. D. Herchakivskyi, O. B. Demianiuk ta in. ; za red. A. I. Krysovatoho. Ternopil : VPTs «Ekon. dumka TNEU», 2014. 540 s.
3. Baranov S. O. Mytne pravo Ukrainy : navchalno-metodychnyi posibnyk. Odesa, 2017. 375 s.
4. Prokopenko V. V. Vykonannia mytnykh formalnostei pry peremishchenni tovariv cherez mytnyi kordon Ukrainy riznymy vydamy transportu : monohrafiia. Dnipro : Un-t mytnoi spravy ta finansiv. 2018. 336 s.
5. Naidenko O.Ie., Tykhomyrova D.V. Rol mytnykh platezhiv v mytnii politytsi. Infrastruktura rynku. Vypusk 60. St. 180-185. URL: [http://market-infr.od.ua/journals/2021/60\\_2021/34.pdf](http://market-infr.od.ua/journals/2021/60_2021/34.pdf)
6. Dubovyk O., Martyniuk I. Fiskalna efektyvnist mytnykh platezhiv v Ukraini. URL: <http://dspace.oneu.edu.ua>
7. Dokhody derzhbiudzhetu Ukrainy. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/finance/budget/gov/income/>(data zvernennia: 05.12.2022)
8. Porivnialnyi analiz fiskalnoho efektu vid zastosuvannia instrumentiv unyknennia opodatkuvannia v Ukraini: novi vyklyky. URL: [https://case-ukraine.com.ua/content/uploads/2020/09/CASE\\_Tax-avoidance.pdf](https://case-ukraine.com.ua/content/uploads/2020/09/CASE_Tax-avoidance.pdf)
9. Nakonechnyi S.I. Ekonometriia: pidruchnyk / Nakonechnyi S.I., Tereshchenko T.O., Romaniuk T.P. K.: KNEU, 2004. 520 s.
10. Maiborodina N.V. Ekonometryka: navchalnyi posibnyk / Maiborodina N.V. Nizhyn: PP Lysenko M.M., 2021. 280 s.

К. І. ПОЧКА

Київський національний університет будівництва і архітектури  
ORCID: 0000-0002-0355-002X

Ю. Д. АБРАШКЕВИЧ

Київський національний університет будівництва і архітектури  
ORCID: 0000-0001-8396-7812

М. О. ПРИСТАЙЛО

Київський національний університет будівництва і архітектури  
ORCID: 0000-0003-3151-4680

А. Г. ПОЛІЩУК

Київський національний університет будівництва і архітектури  
ORCID: 0000-0003-4808-9932

## ПОБУДОВА ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ УСТАНОВКИ ДЛЯ РІЗАННЯ ВИСОКОАБРАЗИВНИХ МАТЕРІАЛІВ АБРАЗИВНИМИ АРМОВАНИМИ КРУГАМИ

У даній роботі розглянуто створення фізичної моделі установки для різання високоабразивних матеріалів абразивними армованими кругами для проведення експериментальних досліджень. З метою дослідження процесу взаємодії робочого органу з робочим середовищем виникає необхідність проведення експериментальних досліджень, для яких, як правило, використовуються натурні об'єкти дослідження або їх моделі. При фізичному моделюванні зберігається фізична природа явищ, але змінюється їх масштаб. Використовуючи теорему подібності та фізичне моделювання, визначено умови подібності установки для різання високоабразивних матеріалів абразивними армованими кругами, в якій взаємодія робочого органу та робочого середовища описується силовим рівнянням із врахуванням їх параметрів. При цьому параметри натурального процесу взаємодії робочого органу та робочого середовища записано через параметри фізичної моделі та коефіцієнти подібності. В результаті ділення відповідних доданків силових рівнянь натурної установки та моделі між собою отримано систему з двох рівнянь, яка зв'язує між собою вісім невідомих величин коефіцієнтів подібності. Шість з цих величин було задано з конструктивних міркувань, а два коефіцієнти розраховано.

Отримані значення коефіцієнтів подібності дали можливість побудувати фізичну модель установки для різання високоабразивних матеріалів абразивними армованими кругами, що подібна натурній установці для різання високоабразивних матеріалів. В якості фізичної моделі установки з врахуванням коефіцієнтів подібності та передбачених задач досліджень було доопрацьовано динамометричний стенд реєстрації силового навантаження авторської конструкції КНУБА для дослідження процесу різання високоабразивних матеріалів абразивним армованим кругом, що дозволяє провести повноцінні експериментальні дослідження з врахуванням всіх чинних факторів взаємодії робочого середовища та робочого органу під час різання з подачею води в зону різання для обезпилення робочого процесу. В якості робочого середовища запропоновано використання вогнетривкої цегли, а в якості робочого органу – абразивний армований круг для різання високоабразивних матеріалів міцністю до 60МПа.

**Ключові слова:** установка, фізична модель, різання, робочий орган, середовище, моделювання, коефіцієнти подібності.

К. І. ПОЧКА

Kyiv National University of Construction and Architecture  
ORCID: 0000-0002-0355-002X

Yu. D. ABRASHKEVYCH

Kyiv National University of Construction and Architecture  
ORCID: 0000-0001-8396-7812

M. O. PRYSTAILO

Kyiv National University of Construction and Architecture  
ORCID: 0000-0003-3151-4680

A. G. POLISHCHUK

Kyiv National University of Construction and Architecture  
ORCID: 0000-0003-4808-9932

## CONSTRUCTION OF A PHYSICAL MODEL OF AN INSTALLATION FOR CUTTING HIGHLY ABRASIVE MATERIALS WITH ABRASIVE REINFORCED WHEELS

This paper deals with the creation of a physical model of the installation for cutting highly abrasive materials with abrasive reinforced circles for conducting experimental studies.

*In order to study the process of interaction of the working body with the working environment, there is a need to conduct experimental studies, for which, as a rule, real objects of research or their models are used. In physical modeling, the physical nature of phenomena is preserved, but their scale changes. Using the theorem of similarity and physical modeling, the conditions of similarity of the installation for cutting highly abrasive materials with abrasive reinforced circles are determined, in which the interaction of the working body and the working environment is described by a force equation taking into account their parameters. At the same time, the parameters of the natural process of interaction between the working body and the working environment are recorded through the parameters of the physical model and similarity coefficients. As a result of dividing the corresponding terms of the force equations of the full-scale installation and the model, a system of two equations was obtained, which connects eight unknown values of similarity coefficients. Six of these values were specified for design reasons, and two coefficients were calculated.*

*The obtained values of the similarity coefficients made it possible to build a physical model of an installation for cutting highly abrasive materials with abrasive reinforced circles, which is similar to a full-scale installation for cutting highly abrasive materials. As a physical model of the installation, taking into account the coefficients of similarity and the intended tasks of the research, a dynamometric stand for registering the force load of the author's design of KNUCA was refined for researching the process of cutting highly abrasive materials with an abrasive reinforced wheel, which allows to conduct full-fledged experimental studies taking into account all valid factors of the interaction of the working environment and the working body during cutting with the supply of water to the cutting area to dedust the work process. The use of refractory bricks is proposed as the working environment, and the abrasive reinforced wheel for cutting highly abrasive materials with a strength of up to 60MPa is used as the working body.*

**Key words:** installation, physical model, cutting, working body, environment, simulation, similarity coefficients.

### Постановка проблеми

З метою перевірки адекватності теоретичних досліджень проводяться експериментальні дослідження з наступним порівняльним аналізом результатів отриманих в процесі теоретичних і експериментальних досліджень.

Для проведення експериментальних досліджень як правило використовуються натурні об'єкти дослідження та їх моделі [1]. В натурному експерименті засоби експериментального дослідження взаємодіють безпосередньо з об'єктом дослідження, а при модельному експерименті – з його змодельованим прототипом. При проведенні модельних експериментальних досліджень модель виступає як засіб експериментальних досліджень та безпосереднім об'єктом досліджень [2–4].

В наш час створення натуральної установки для різання високоабразивних матеріалів (вогнетривів) абразивним армованим кругом з метою проведення експериментальних досліджень привело б до значної затрати часу та коштів. Враховуючи це, постає задача створення фізичної моделі даної установки і проведення на ній повноцінних експериментальних досліджень.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Фізичне моделювання зберігає фізичну природу явищ, але змінює їх масштаб [1]. Сенс фізичного моделювання полягає в тому, щоб за результатами дослідів на моделях можна було достовірно оцінити характер ефектів і кількісні взаємозв'язки між величинами, які визначають фізично подібні явища в натурних умовах [1–4].

В основу фізичного моделювання закладено теорію подібності [1], що опирається на аналіз розмірностей, а саме: об'єкти є подібними, якщо у відповідні моменти часу у відповідних точках об'єктів значення змінних величин, що характеризують стан одного об'єкта (натури), пропорційні відповідним значенням величин іншого об'єкта (моделі). В подібних об'єктах характеристики натурального об'єкта можуть бути отримані простим перерахунком із характеристик модельного об'єкта, що визначається експериментально. Для всіх величин відповідної розмірності таким множником є коефіцієнт подібності.

В якості критеріїв подібності для побудови фізичної моделі використовуються безрозмірні комплекси, які являють собою відношення відповідних складових рівнянь взаємодії робочого органу з середовищем реального об'єкта і моделі [1–4].

Отже, методологія моделювання робочих процесів різання високоабразивних матеріалів абразивними армованими кругами базується на теорії подібності.

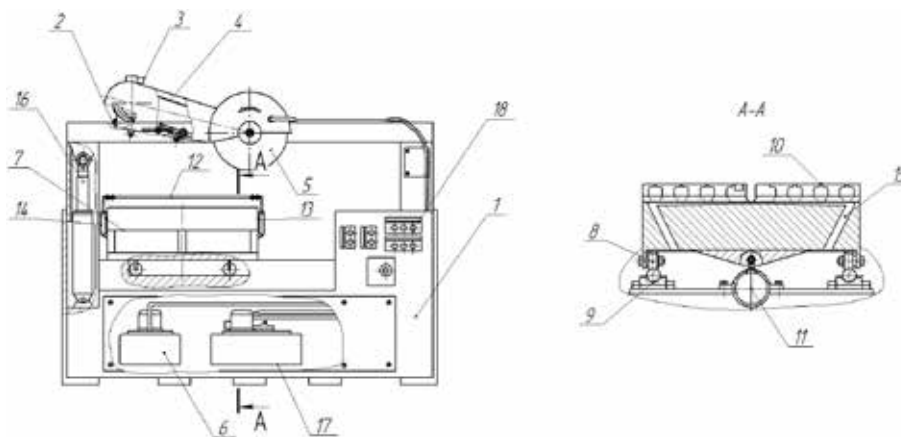
Умови фізичного моделювання робочого процесу різання високоабразивних матеріалів абразивними армованими кругами [5–7] передбачають, що: визначаючі критерії подібності різання високоабразивних матеріалів для моделі і оригіналу повинні бути однаковими; однойменні фізичні параметри рівнянь, що описують робочий процес, складених для моделі і оригіналу, повинні бути відповідно пропорційними; процес взаємодії абразивних армованих кругів з середовищем в моделі і оригіналі повинен належати до одного класу явищ і описуватися однаковою системою рівнянь; модель і оригінал абразивних армованих кругів і системи в цілому повинні бути геометрично подібні; початкові умови, що характеризують робочий процес в моделі, повинні бути подібні відповідним умовам оригіналу; граничні умови моделі повинні бути подібні граничним умовам оригіналу.

### Формулювання мети дослідження

Метою даного дослідження є визначення параметрів та побудова фізичної моделі установки для різання високоабразивних матеріалів абразивними армованими кругами.

**Викладення основного матеріалу дослідження**

На рис. 1 представлено установку для різання каменя абразивним інструментом [8]. Установка складається зі станини 1, робочої головки маятникового типу 2, на який встановлено електродвигун 3, клинопасової передачі 4 і робочого інструменту 5 (абразивний армований круг), який може охолоджуватися за допомогою системи замкнутої циркуляції води 6. Робочий стіл 7 встановлений на роликових опорах 8 і переміщується по напрямних пристрою 9, має пази 10 для кріплення інвентарних пристосувань, при різанні вогнетривкої цегли. Переміщення столу в горизонтальному напрямку здійснюється за допомогою гідроциліндра 11. Робочий стіл обладнаний притисочною пластиною 12 для кріплення плоских виробів, наприклад, облицзовальних плит. Її закріплення проводиться за допомогою двох гідроциліндрів 13 та 14, розташованих на бічних поверхнях столу. В робочому столі є канали 15, по яких вода надходить у відстійник. Переміщення робочої головки у вертикальному положенні виконується за допомогою гідроциліндрів 16.



**Рис. 1. Установка для різання високоабразивних матеріалів абразивним інструментом**

Установка працює в такий спосіб [8]: матеріал, що підлягає різанню, наприклад, вогнетривка цегла, затискається пластиною на робочому столі. За допомогою гідроциліндрів опускається відрізний круг на задану глибину різання і здійснюється подача робочого столу в зону різання з встановленою швидкістю подачі. Установка також обладнана системою замкнутої циркуляції води для знепилювання процесу різання та підвищення ефективності використання ріжучого інструменту. Також на установці встановлено систему слідування, мета якої полягає у підвищенні якості роботи шляхом автоматичного регулювання глибини різання в процесі зношення робочого органу.

Призначення слідуючого гідроприводу – переміщення навантаженого робочого органу за заданим законом та із заданою швидкістю забезпечуючи при цьому необхідне підсилення вихідної потужності.

Використовуючи теорему подібності та фізичне моделювання [1], визначено умови подібності установки для різання високоабразивних матеріалів абразивними армованими кругами, в якій взаємодія робочого органу та робочого середовища описується рівнянням [7]:

$$N = K_z \cdot \frac{V_n^{1+x}}{V_p^y} \cdot \sigma_g \cdot H^{z_1} + K_n \cdot V_p^{x_1} \cdot \sigma_g \cdot H^{y_1}, \tag{1}$$

де  $N$  – потужність, що витрачається на процес взаємодії робочого органу з робочим середовищем;

$K_z$  – коефіцієнт, що залежить від складу абразивної маси круга,  $m$ ;

$x, x_1, y, y_1, z_1$  – показники степені, які залежать від умов взаємодії робочого органу з робочим середовищем;

$\sigma_g$  – тимчасовий опір одноосному стисканню породи,  $H/m^2$ ;

$H$  – глибина різання,  $m$ ;

$V_n$  – швидкість подачі,  $m/c$ ;

$V_p$  – колова швидкість різання,  $m/c$ ;

$K_n$  – коефіцієнт, що залежить від конструкції круга,  $m$ .

Колову швидкість різання можна представити через розміри робочого органу та кутову швидкість його обертання:

$$V_p = \omega \cdot \frac{d}{2}, \tag{2}$$

де  $d$  – діаметр робочого органу;

$\omega$  – кутова швидкість обертання робочого органу.

Замінивши у формулі (1) колову швидкість різання  $V_p$  виразом (2), отримано:



$$N = K_z \cdot \frac{V_n^{1+x}}{\left(\omega \cdot \frac{d}{2}\right)^y} \cdot \sigma_\sigma \cdot H^{z_1} + K_n \cdot \left(\omega \cdot \frac{d}{2}\right)^{x_1} \cdot \sigma_\sigma \cdot H^{y_1}, \quad (3)$$

Для виконання умов подібності процесів, що відбуваються при взаємодії з середовищем фізичної моделі оригіналу робочого органу необхідне дотримання рівності геометричних і динамічних критеріїв подібності [1–4]. При цьому параметри натурального процесу взаємодії робочого органу та робочого середовища записано через параметри фізичної моделі та коефіцієнти подібності:

$$\begin{aligned} N_H &= \lambda_N \cdot N_M; & K_{zH} &= \lambda_{K_z} \cdot K_{zM}; & V_{nH} &= \lambda_{V_n} \cdot V_{nM}; & \omega_H &= \lambda_\omega \cdot \omega_M; \\ d_H &= \lambda_d \cdot d_M; & \sigma_{\sigma H} &= \lambda_{\sigma_\sigma} \cdot \sigma_{\sigma M}; & H_H &= \lambda_H \cdot H_M; & K_{nH} &= \lambda_{K_n} \cdot K_{nM}, \end{aligned} \quad (4)$$

де  $N_H, K_{zH}, V_{nH}, \omega_H, d_H, \sigma_{\sigma H}, H_H, K_{nH}$  – параметри натурної установки;

$N_M, K_{zM}, V_{nM}, \omega_M, d_M, \sigma_{\sigma M}, H_M, K_{nM}$  – параметри фізичної моделі;

$\lambda_N, \lambda_{K_z}, \lambda_{V_n}, \lambda_\omega, \lambda_d, \lambda_{\sigma_\sigma}, \lambda_H, \lambda_{K_n}$  – відповідні коефіцієнти подібності.

Тоді можна записати рівняння, подібні рівнянню (3), для натурної установки та її моделі, які мають вигляд:

$$N_H = K_{zH} \cdot \frac{V_{nH}^{1+x}}{\left(\omega_H \cdot \frac{d_H}{2}\right)^y} \cdot \sigma_{\sigma H} \cdot H_H^{z_1} + K_{nH} \cdot \left(\omega_H \cdot \frac{d_H}{2}\right)^{x_1} \cdot \sigma_{\sigma H} \cdot H_H^{y_1}; \quad (5)$$

$$N_M = K_{zM} \cdot \frac{V_{nM}^{1+x}}{\left(\omega_M \cdot \frac{d_M}{2}\right)^y} \cdot \sigma_{\sigma M} \cdot H_M^{z_1} + K_{nM} \cdot \left(\omega_M \cdot \frac{d_M}{2}\right)^{x_1} \cdot \sigma_{\sigma M} \cdot H_M^{y_1}. \quad (6)$$

Виходячи з подібності моделі і натурної установки, поділено відповідні доданки рівнянь (5) і (6) між собою і записано співвідношення:

$$\frac{N_H}{N_M} = \frac{K_{zH} \cdot \frac{V_{nH}^{1+x}}{\left(\omega_H \cdot \frac{d_H}{2}\right)^y} \cdot \sigma_{\sigma H} \cdot H_H^{z_1}}{K_{zM} \cdot \frac{V_{nM}^{1+x}}{\left(\omega_M \cdot \frac{d_M}{2}\right)^y} \cdot \sigma_{\sigma M} \cdot H_M^{z_1}} = \frac{K_{nH} \cdot \left(\omega_H \cdot \frac{d_H}{2}\right)^{x_1} \cdot \sigma_{\sigma H} \cdot H_H^{y_1}}{K_{nM} \cdot \left(\omega_M \cdot \frac{d_M}{2}\right)^{x_1} \cdot \sigma_{\sigma M} \cdot H_M^{y_1}}. \quad (7)$$

Використавши для цих співвідношень параметри натурального процесу через параметри фізичної моделі та коефіцієнти подібності (4), отримано:

$$\begin{aligned} \frac{\lambda_N \cdot N_M}{N_M} &= \frac{(\lambda_{K_z} \cdot K_{zM}) \cdot \frac{(\lambda_{V_n} \cdot V_{nM})^{1+x}}{\left[(\lambda_\omega \cdot \omega_M) \cdot \frac{(\lambda_d \cdot d_M)}{2}\right]^y} \cdot (\lambda_{\sigma_\sigma} \cdot \sigma_{\sigma M}) \cdot (\lambda_H \cdot H_M)^{z_1}}{K_{zM} \cdot \frac{V_{nM}^{1+x}}{\left(\omega_M \cdot \frac{d_M}{2}\right)^y} \cdot \sigma_{\sigma M} \cdot H_M^{z_1}} = \\ &= \frac{(\lambda_{K_n} \cdot K_{nM}) \cdot \left[(\lambda_\omega \cdot \omega_M) \cdot \frac{(\lambda_d \cdot d_M)}{2}\right]^{x_1} \cdot (\lambda_{\sigma_\sigma} \cdot \sigma_{\sigma M}) \cdot (\lambda_H \cdot H_M)^{y_1}}{K_{nM} \cdot \left(\omega_M \cdot \frac{d_M}{2}\right)^{x_1} \cdot \sigma_{\sigma M} \cdot H_M^{y_1}}. \end{aligned} \quad (8)$$

Згрупувавши у рівності (8) параметри за розмірностями, отримано:

$$\begin{aligned} \frac{\lambda_N \cdot N_M}{N_M} &= \left(\frac{\lambda_{K_z} \cdot K_{zM}}{K_{zM}}\right) \left(\frac{\lambda_{V_n} \cdot V_{nM}}{V_{nM}}\right)^{1+x} \left[\frac{\omega_M \cdot \frac{d_M}{2}}{(\lambda_\omega \cdot \omega_M) \cdot \frac{(\lambda_d \cdot d_M)}{2}}\right]^y \left(\frac{\lambda_{\sigma_\sigma} \cdot \sigma_{\sigma M}}{\sigma_{\sigma M}}\right) \left(\frac{\lambda_H \cdot H_M}{H_M}\right)^{z_1} = \\ &= \left(\frac{\lambda_{K_n} \cdot K_{nM}}{K_{nM}}\right) \cdot \left[\frac{(\lambda_\omega \cdot \omega_M) \cdot \frac{(\lambda_d \cdot d_M)}{2}}{\omega_M \cdot \frac{d_M}{2}}\right]^{x_1} \cdot \left(\frac{\lambda_{\sigma_\sigma} \cdot \sigma_{\sigma M}}{\sigma_{\sigma M}}\right) \cdot \left(\frac{\lambda_H \cdot H_M}{H_M}\right)^{y_1} \quad \square \end{aligned} \quad (9)$$

Скоротивши вирази в рівності (9), отримано співвідношення між коефіцієнтами подібності:

$$\lambda_N = \frac{\lambda_{K_z} \cdot \lambda_{V_n}^{1+x} \cdot \lambda_{\sigma_e} \cdot \lambda_H^{z_1}}{(\lambda_{\omega} \cdot \lambda_d)^y} = \lambda_{K_n} \cdot (\lambda_{\omega} \cdot \lambda_d)^{x_1} \cdot \lambda_{\sigma_e} \cdot \lambda_H^{y_1} \quad (10)$$

Розділивши всі елементи рівності (10) на  $\lambda_N$ , отримано систему рівнянь:

$$\frac{\lambda_{K_z} \cdot \lambda_{V_n}^{1+x} \cdot \lambda_{\sigma_e} \cdot \lambda_H^{z_1}}{\lambda_N \cdot \lambda_{\omega}^y \cdot \lambda_d^y} = 1; \quad \frac{\lambda_{K_n} \cdot \lambda_{\omega}^{x_1} \cdot \lambda_d^{y_1} \cdot \lambda_{\sigma_e} \cdot \lambda_H^{y_1}}{\lambda_N} = 1 \quad (11)$$

Система з двох рівнянь (11) зв'язує між собою вісім невідомих величин. Шість з цих величин можна задати довільно, а дві величини, що залишились, можна визначити з системи рівнянь (11). Оскільки передбачається, що процес взаємодії робочого органу з робочим середовищем на фізичній моделі та на натурній установці ідентичні, приймаємо коефіцієнт подібності, що впливає на тимчасовий опір одноосному стисканню породи  $\lambda_{\sigma_e} = 1$ . Абразивний армований круг для фізичної моделі та натурної установки виготовляється за однією методикою та рецептурою [9], що дозволяє прийняти значення коефіцієнтів подібності, які впливають на склад абразивної маси круга та на його конструкцію  $\lambda_{K_z} = 1$  та  $\lambda_{K_n} = 1$ . З конструктивних міркувань було задано коефіцієнти подібності  $\lambda_d = 3,2$ ,  $\lambda_N = 2,5$  та  $\lambda_{V_n} = 1$ .

Значення показників степенів системи рівнянь (11), які залежать від умов взаємодії робочого органу з робочим середовищем, прийнято з врахуванням праць [5–7]:  $x = 0,75$ ,  $x_1 = 0,7$ ,  $y = 0,75$ ,  $y_1 = 0,75$ ,  $z_1 = 0,7$ .

Підставивши задані коефіцієнти подібності та значення показників степенів в систему рівнянь (11), було визначено величини коефіцієнтів, що залишились  $\lambda_{\omega} = 0,312$  та  $\lambda_H = 2,857$ .

Отримані співвідношення дають можливість побудувати фізичну модель установки для різання високоабразивних матеріалів абразивними армованими кругами, що буде подібна натурній установці для різання високоабразивних матеріалів.

В якості фізичної моделі установки з врахуванням коефіцієнтів подібності та передбачених задач досліджень було доопрацьовано динамометричний стенд реєстрації силового навантаження авторської конструкції КНУБА [4] для дослідження процесу різання високоабразивних матеріалів абразивним армованим кругом (рис. 2), що дозволяє провести повноцінні експериментальні дослідження з врахуванням всіх чинних факторів взаємодії робочого середовища та робочого органу під час різання з подачею води в зону різання для обезпилення робочого процесу. Кінематична схема лабораторного стенду зображена на рис. 3.

Лабораторний стенд, що дозволяє виконувати динамометричні вимірювання, має таку будову: станина 1, на якій на направляючих балках за допомогою роликів 2 встановлено візок 3, до нього через тензометричні балки 4 і 5 закріплено утримувач 6, в якому через адаптер 7 закріплено ручну кутову шліфувальну машину потужністю  $N = 2,2 \text{ кВт}$  з абразивним армованим кругом діаметром  $d = 125 \text{ мм}$  та частотою обертання  $n = 3000 \dots 11000 \text{ об/хв}$ . Візок 3 оснащений механізмом підйому та опускання 8 з рукояткою 9. Можливість горизонтального переміщення візка 3 здійснена за допомогою передачі гвинт–гайка 11, клинопасової передачі 12 з передаточним числом  $u = 2,5$  та електродвигуна 13 потужністю  $N = 2,5 \text{ кВт}$  і частотою обертання ротора  $n = 980 \text{ об/хв}$  з пультом керування 14 та кінцевими вимикачами 15. На візку 3 встановлено механізм тарування 16 для горизонтальної балочки 5 та механізм тарування 17 для вертикальної балочки 4. На монтажній поверхні 18, за допомогою механічних лещат 19, жорстко закріплюється дослідний матеріал 20.



Рис. 2. Динамометричний стенд реєстрації силового навантаження авторської конструкції КНУБА

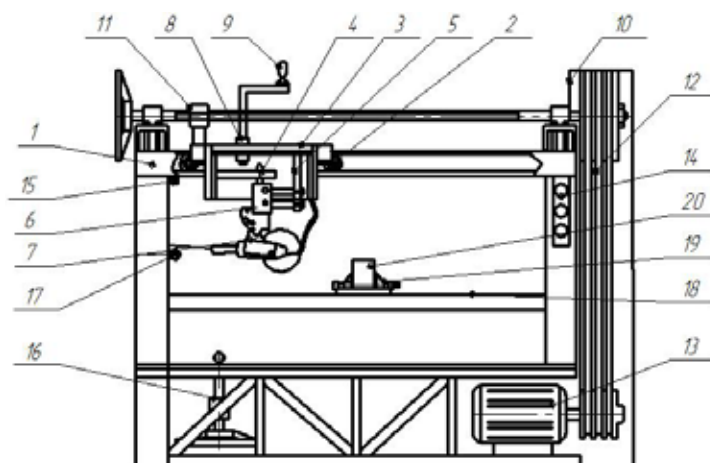


Рис. 3. Кінематична схема лабораторного стенда

Адаптер дозволяє встановити на візок кутову шліфувальну машину з абразивним армованим кругом в якості робочого органу у режимі різання, як представлено на рис 4. Для подачі води в зону різання використовувалось додатково встановлене сопло з можливістю регулювання кількості подачі води з приводом від електродвигуна.



Рис. 4. Встановлення дослідного зразка на стенді

Представлений лабораторний стенд дозволяє проводити повноцінні експериментальні дослідження по визначенню силових параметрів процесу взаємодії робочого органу з робочим середовищем. В якості робочого середовища запропоновано використання вогнетривкої цегли, а в якості робочого органу – абразивний армований круг для різання високоабразивних матеріалів міцністю до 60МПа.

#### Висновки

1. В результаті проведених досліджень використовуючи теорему подібності та фізичне моделювання, визначено умови подібності установки для різання високоабразивних матеріалів абразивними армованими кругами, в якій взаємодія робочого органу та робочого середовища описується силовим рівнянням із врахуванням їх параметрів.

2. Визначено коефіцієнти подібності, що були використані при відображенні параметрів натурального процесу взаємодії робочого органу з робочим середовищем через параметри фізичної моделі.

3. Отримані значення коефіцієнтів подібності дали можливість побудувати фізичну модель установки для різання високоабразивних матеріалів абразивними армованими кругами, що подібна натурній установці для різання високоабразивних матеріалів.

4. В якості фізичної моделі установки з врахуванням коефіцієнтів подібності та передбачених задач досліджень було доопрацьовано динамометричний стенд реєстрації силового навантаження авторської конструкції КНУБА для дослідження процесу різання високоабразивних матеріалів абразивним армованим кругом,

що дозволяє провести повноцінні експериментальні дослідження з врахуванням всіх чинних факторів взаємодії робочого середовища та робочого органу під час різання з подачею води в зону різання для обезпилення робочого процесу.

5. В якості робочого середовища запропоновано використання вогнетривкої цегли, а в якості робочого органу – абразивний армований круг для різання високоабразивних матеріалів міцністю до 60МПа.

#### Список використаної літератури

1. Ловейкін В.С. Теорія технічних систем: навчальний посібник / В.С. Ловейкін, І.І. Назаренко, О.Г. Онищенко. – Київ-Полтава: ІЗМН-ПДТУ, 1998. – 175 с.
2. Ловейкін В.С. Побудова фізичної моделі роликкової формувальної установки з рекупераційним приводом / В.С. Ловейкін, К.І. Почка // Техніка будівництва. – 2007. – № 20. – С. 26-31.
3. Ловейкін В.С. Динаміка роликкової формувальної установки. Монографія / В.С. Ловейкін, К.І. Почка. – К.-Ромни: КНУБА, «ІСА-Інтерпапір», 2009. – 228 с.
4. Пелевін Л.Є. Обґрунтування вибору геометричних та динамічних параметрів моделювання різання ґрунту наконечником з консоллю / Л.Є. Пелевін, М.О. Пристайло // Техніка будівництва. – 2012. – № 28. – С. 70-75.
5. Абрашкевич Ю.Д. Підвищення експлуатаційних показників абразивного інструменту / Ю.Д. Абрашкевич, Л.Є. Пелевін, А.Г. Поліщук // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – 2012. – Вип. 80 – С. 30-37.
6. Абрашкевич Ю. Дослідження впливу теплових процесів на роботоздатність відрізних інструментів / Ю. Абрашкевич, А. Поліщук // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – 2013. – Вип. 81. – С. 39-44.
7. Абрашкевич Ю. Силкові параметри машин з абразивним інструментом / Ю. Абрашкевич, В. Рашківський, А. Поліщук, О. Човнюк // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – 2015. – Вип. 85. – С. 67-71.
8. Патент України на корисну модель № 80173, МПК В23D 45/00 (2013.01). Відрізний станок з системою слідування / Ю.Д. Абрашкевич, Л.Є. Пелевін, А.Г. Поліщук (Україна); заявник і патентовласник Київський національний університет будівництва і архітектури, № у 2012 15029; заявл. 27.12.2012; опубл. 13.05.2013, Бюл. № 9.
9. Патент України на корисну модель № 73906, МПК В24D 3/00 (2012.01). Спосіб виготовлення абразивного інструменту / Ю.Д. Абрашкевич, Л.Є. Пелевін, А.Г. Поліщук (Україна); заявник і патентовласник Київський національний університет будівництва і архітектури, № у 2012 03848; заявл. 29.03.2012; опубл. 10.10.2012, Бюл. № 19.

#### References

1. Loveikin V.S., Nazarenko I.I., Onyshchenko O.H. Teoriya tekhnichnykh system [Theory of technical systems]: navchalnyi posibnyk [study guide]. Kyiv-Poltava, IZMN-PDTU [Institute of the content of teaching methods – Poltava State Technical University], 1998, 175 p.
2. Loveikin V.S., Pochka K.I. Pobudova fizychnoyi modeli rolykovoyi formovalnoyi ustanovky z rekuperatsiynym pryvodom [Construction of a physical model of a roller forming unit with a recuperative drive]. Tekhnika budivnytstva [Construction technology], 2007, No. 20, pp. 26-31.
3. Loveikin V.S., Pochka K.I. Dynamika rolykovoyi formovalnoyi ustanovky [Dynamics of the roller forming unit]. Monohrafiya [Monograph]. Kyiv-Romny, KNUCA, «ISA-Interpapier», 2009, 228 p.
4. Pelevin L.E., Prystailo M.O. Obhruntuvannya vyboru heometrychnykh ta dynamichnykh parametriv modelyuvannya rizannya hruntu nakonechnykom z konsollyu [Justification of the choice of geometric and dynamic parameters of soil cutting modeling with a tip with a console]. Tekhnika budivnytstva [Construction technology], 2012, No. 28, pp. 70-75.
5. Abrashkevych Y.D., Pelevin L.E., Polishchuk A.G. Pidvyshchennya ekspluatatsiynykh pokaznykiv abrazyvnoho instrumentu [Increasing the operational performance of an abrasive tool]. Hirnychi, budivelni, dorozhni ta melioratyvni mashyny [Mining, Constructional, Road and Melioration Machines], 2012, No. 80, pp. 30-37.
6. Abrashkevych Y., Polishchuk A. Doslidzhennya vplyvu teplovykh protsesiv na robotozdatnist vidriznykh instrumentiv [Study of the influence of thermal processes on the performance of cutting tools]. Hirnychi, budivelni, dorozhni ta melioratyvni mashyny [Mining, Constructional, Road and Melioration Machines], 2013, No. 81, pp. 39-44.
7. Abrashkevych Y., Rashkivskiy V., Polishchuk A., Chovnyuk O. Sylovi parametry mashyn z abrazyvnym instrumentom [Power parameters of machines with an abrasive tool]. Hirnychi, budivelni, dorozhni ta melioratyvni mashyny [Mining, Constructional, Road and Melioration Machines], 2015, No. 85, pp. 67-71.
8. Abrashkevych Y.D., Pelevin L.E., Polishchuk A.G. Vidriznyy stanok z systemoyu slidkuvannya [Cutting machine with tracking system]. Patent UA, no. 80173, 2013.
9. Abrashkevych Y.D., Pelevin L.E., Polishchuk A.G. Sposib vyhotovlennya abrazyvnoho instrumentu [The method of manufacturing an abrasive tool]. Patent UA, no. 73906, 2012.

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 004.89

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2022.3.5>

Н. І. БОЙКО

Національний університет «Львівська політехніка»

ORCID: 0000-0002-6962-9363

Р. Т. ОМЕЛЮХ

Національний університет «Львівська політехніка»

ORCID: 0000-0001-6859-2792

АЛГОРИТМ ПАРАЛЕЛІЗАЦІЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА НАПРЯМКОМ  
“SMART HOUSE SECURITY”

Було проаналізовано велику кількість літературних джерел щодо доцільності вибору саме моделі CNN. В них описувались всі сильні сторони даної структури нейронної мережі. Розглядається задача класифікації за допомогою нейронної моделі CNN та OpenCV. За допомогою OpenCV можна обробляти відеопотоки у реальному часі, а вже за допомогою тренованої моделі класифікувати розкадровані зображення.

Таким чином ціллю дослідження є моделювання архітектури моделі таким чином, щоб мінімізувати час класифікації та збільшити її точність. Також покращити швидкість класифікації можна за допомогою багатопоточності.

Для повного аналізу дослідження слід розглянути принцип роботи CNN. Це клас глибоких нейронних згорткових мереж, які можуть розпізнавати і класифікувати певні ознаки зображень і широко використовуються для аналізу візуальних образів. У ході проведення експериментів використовується модель класифікації CNN. Для порівняння результатів підбрані різні параметри. Такі як оптимайзери та кількості epoch, щоб отримати інформацію про найоптимальніші варіанти.

Під час проведення експериментів відбувались тренування з різними розмірами epoch та оптимайзерами. Для покращення швидкості було підбрано 2 найбільш результативні, а саме “Adam” та “RMSProp”, тому що при виборі інших – точність різко падала до значень менше 40%. Для визначення ефективності одного над іншим, ми виконували тренування та класифікацію зображень з однаковими параметрами. При збільшенні кількості epoch можна помітити позитивну динаміку по точності і негативну динаміку по втратах на обох моделях при збільшенні кількості epoch. Це підтверджує результативність CNN для свого прямого призначення, а саме класифікації зображень.

Також у роботі були проведені експерименти над розміром зображення. В результаті даного експерименту час тренування зменшився ще на 8 с на одній епосі, на основі того, що розмір вхідної матриці пікселів зображення став меншим.

Також проведені експерименти довели, що при оптимальному підборі розміру зображення можна також збільшити швидкість обробки. Після підбору усіх оптимальних вхідних параметрів нейронної мережі був проаналізований процес розпаралелення класифікації. В роботі пропонуються способи оптимізації моделі.

**Ключові слова:** нейронна мережа, оптимайзер, модель, конволюційний шар, багатопоточність, згорткова нейронна мережа, параметр.

N. I. BOYKO

Lviv Polytechnic National University

ORCID: 0000-0002-6962-9363

R. T. OMELIUKH

Lviv Polytechnic National University

ORCID: 0000-0001-6859-2792

PARALLELIZATION ALGORITHM OF IMAGE CLASSIFICATION ACCORDING  
TO “SMART HOUSE SECURITY”

Many literature sources were analyzed regarding the practicality of choosing the CNN model. They described all the strengths of this neural network structure. The problem of classification using the neural model CNN and OpenCV is considered. With the help of OpenCV, you can process video streams in real-time, and already with the help of a trained model, you can classify interlaced images.

Thus, the study aims to model the architecture of the model in such a way as to minimize the classification time and increase its accuracy. You can also improve classification speed using multithreading.

For a complete analysis of the study, the working principle of CNN should be considered. It is a class of deep neural convolutional networks that can recognize and classify certain image features and is widely used for visual image analysis.

*During the experiments, the CNN classification model is used. To get information about the most optimal options, various parameters are selected to compare the results, such as optimizers and the number of epochs.*

*During the experiments, training took place with different sizes of epochs and optimizers. To improve the speed, the two most effective ones were selected, namely “Adam” and “RMSProp”, because when choosing the others, the accuracy dropped sharply to values less than 40%. To determine the effectiveness of one over the other, we performed training and classification of images with the same parameters. When the number of epochs increases, it is possible to notice positive dynamics in terms of accuracy and negative dynamics in terms of losses on both models when the number of epochs increases. This confirms the effectiveness of CNN for its direct purpose, namely image classification.*

*Experiments on image size were also carried out in work. As a result of this experiment, the training time was reduced by another 8 s per epoch because the input image pixel matrix size became smaller.*

*Also, the conducted experiments proved that with the optimal image size selection, the processing speed could also be increased. After selecting all the optimal input parameters of the neural network, the parallelization process of the classification was analyzed. The work offers ways to optimize the model.*

**Key words:** neural network, optimizer, model, convolutional layer, multithreading, convolutional neural network, parameter.

### Постановка проблеми

Кожного дня мільйони людей працюють над покращенням суспільного життя. Впроваджуються нові технології та рішення, які допомагають спрощувати ті чи інші процеси. Ще декілька років тому не можливо було уявити, що за допомогою декількох кліків та автоматика людина зможе контролювати всі процеси у власному будинку, навіть без фізичної присутності у ньому. Це і дало поштовх розвитку сфері “Smart House”. Хоч і багато чого досягнуто у цьому напрямку, але в певних аспектах є ще куди розвиватись. Особливу увагу у цьому напрямку зосереджено на безпеці та комфорті людини, адже не виключається небезпечний побутовий фактор – пожежа в будинку.

Проблематика раннього виявлення пожежі дуже гостро постає в сучасному світі, оскільки вони становлять постійну загрозу для людських життів. Шкода завдана в результаті пожеж настільки суттєва, що ідея раннього попередження набуває нових масштабів. Найбільш дієвим способом виявлення пожежі на ранній стадії та для того, щоб уникнути втрат є встановлення системи пожежної сигналізації. Система пожежної сигналізації оснащена різними взаємозалежними датчиками, які працюють разом для виявлення пожежі та оповіщення [1]. Загально прийняті методи протипожежної безпеки не є дуже ефективними, тому що в результаті дії різних факторів їх точність та час спрацювання знижується, а також існує ймовірність фіктивного спрацювання. Основна проблема фізичних датчиків, те що вони можуть розпізнати пожежу, коли вони встановлені поблизу місця займання, що в результаті зменшує їхню результативність у великих приміщеннях та на відкритому просторі. Ще одним недоліком стає неінформативність, тому що з них ми не можемо отримати повної інформації про розташування де почалось займання та величину площі що охоплена вогнем. Також датчики в тричі дорожчі, ніж звичайні камери спостереження і спеціалізуються лише на вузькому спектрі завдань.

З розвитком технологій з’являються нові методи вирішення цієї проблеми. В більшості випадків вони базуються на обробці набору фото/відео з камер спостереження та використання методів глибокого машинного навчання. Існує декілька ефективних алгоритмів для обробки інформації, але вони мають ряд недоліків [2], оскільки вхідний датасет містить зображення з різним кольором текстурою та ракурсом, що ускладнює досягнення високої точності даними алгоритмами.

Одним з найбільш ефективних алгоритмів вважається [3], алгоритм на основі конволюційних нейронних мереж (CNN). Він дозволяє найкраще виявити ключові характеристики кольору із зображення, необхідні для точніших результатів у візуальному розпізнаванні.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Даному напрямку дослідження присвячено небагато статей, адже даний процес постійно удосконалюється. Проте є деякі джерела, досліджуючи які дозволило полегшити обробку та аналіз даних. У статті [1] подається обґрунтування методу виявлення пожежі за допомогою обробки зображень. Він ґрунтується на визначенні кольору з інфрачервоних зображень. Методика використовує характеристики яскравості та інтенсивності полум’я на інфрачервоних зображеннях для підвищення надійності та точності виявлення пожежі. Вона дозволяє відрізнити пожежу від фону, за допомогою сегментації на основі гістограми та аналізу оптичного потоку. Дані дослідження будуть корисні у майбутній роботі на даною тему.

Наступна робота [6] дозволяє отримати ґрунтовне розуміння про те як влаштована CNN. Також надаються відповіді на різні запитання про шари мережі та їх принцип роботи між собою, та за яким принципом відбувається зміна розміру вхідних зображень. В даній статті автори проводять якісні дослідження стосовно ефективності часу виконання з моделлю CNN та вказують на усі переваги та недоліки даної моделі.

У статті [10] автори присвятили своє дослідження моделі в CNN та покращення її ефективності на малому наборі даних. Суть запропонованого методу полягає в тому, щоб передавати раніше вивчені параметри мережі до нової моделі для нового набору даних.

У публікації [9] автором порівнюється час виконання та точність результатів різних моделей тренування, в залежності від вибраного тренувального датасету та кількості епох. CNN порівнюється з AlexNet та іншими відомими мережами ResNet та DenseNet, які досягли відмінних результатів у випробуванні. Також автори показали, що дуже висока ефективність класифікації може бути досягнута за допомогою глибоких CNN, навіть при обмежених даних. Для вирішення цієї проблеми, слід збільшити датасет для навчання, використовуючи різні методи збільшення.

Стаття [4] описує роботу CNN. В ній розкрито структуру моделі, принцип роботи кожного шару з візуалізаціями процесів на кожному етапі обробки. Також висвітлені поради про вибір кращої функції активації для досягнення точніших результатів в залежності поставленої задачі. В підсумку публікація дозволяє глибше усвідомити всі процеси на простих прикладах.

В публікації [3] описуються всі можливі способи для виявлення та запобігання різних ситуацій такий як пожежа, затоплення та інші ситуації в яких може бути нанесено матеріальну шкоду майну. На основі даної статті ми дізнались які покращення можливо зробити.

В роботі автора [7] описано про всі аспекти що використовуються у напрямку “Smart house security”. Також автор наголошує на більшій концентрації розробки програмного забезпечення на основі AI, яке дає можливість розширити спектр задач для вирішення питань безпеки та здоров’я жителів такого будинку.

#### Формулювання мети дослідження

**Метою дослідження** є розробка моделі, яка складається з CNN та OpenCV для класифікації зображень за напрямком “Smart house security”.

До основних завдань дослідження, які повністю розкривають суть мети дослідження є:

- Огляд прикладів задач класифікації з використанням CNN та OpenCV.
- Порівняння швидкості результату виконання та їхніх точностей в залежності від параметрів та способів обробки вхідних даних.
- Паралелізація класифікації зображень за допомогою багатопоточності.

Викладання основного матеріалу дослідження

В межах даної роботи розглядається задача класифікації за допомогою нейронної моделі CNN та OpenCV. За допомогою OpenCV можна обробляти відеопотоки у реальному часі, а вже за допомогою тренуваної моделі класифікувати розкадровані зображення. Таким чином ціллю дослідження є моделювання архітектури моделі таким чином, щоб мінімізувати час класифікації та збільшити її точність. Також покращити швидкість класифікації можна за допомогою багатопоточності.

Для повного аналізу дослідження слід розглянути принцип роботи CNN [5]. Це клас глибоких нейронних згорткових мереж, які можуть розпізнавати і класифікувати певні ознаки зображень і широко використовуються для аналізу візуальних образів. Їх застосовують для різних задач класифікації, до прикладу: розпізнавання зображень і відео, класифікації зображень, аналізу медичних зображень обробки природної мови. Через ефективність у зменшенні кількості параметрів без втрати якості моделей. Зображення мають високу розмірність (оскільки кожен піксель розглядається як характеристика) [6].

На основі досліджень інформації про дану модель було прийнято рішення використовувати саме її для виконання поставлених задач.

1. Конволюційний шар (згортка) [9] використовується для отримання різних характеристик з вхідних зображень. У цьому шарі виконується операція згортки між вхідним зображенням та фільтром певного розміру. На виході отримуємо карту ознак, яка надає інформацію про зображення, а саме про кути та краї. Наступним кроком ця карта ознак передається на інші шари для вивчення нових ознак [10]. Математична модель карти ознак  $n$  згорткового шару  $l$  наведена у Формулі 1:

$$X_j^l = f \left[ \sum_{i \in V_j^l} x_i^{l-1} * k_{ij}^l + b_j^l \right], \quad (1)$$

де  $L$  – номер згорткового шару;

$b_j^l$  – значення що приєднується до карти ознак на  $l$  шарі;

$k_{i,j}^l$  – згортка що застосовується до карти ознак  $j$ ;

$V_j^l$  – список усіх рівнів слою  $(l-1)$ , що з'єднуються з картою ознак  $j$  шару  $l$ ;

2. Pooling Layer [10] – на цьому шарі зменшується розмір згорнутої карти ознак для зниження обчислювальних витрат за рахунок зменшення зв'язків між шарами. Залежно від методу існує кілька типів операцій пулінга [2]: Max Pooling із карти ознак може бути застосований для зниження дискретизації згорткових вихідних нашого варіанту розміром  $2*2$  і для кожного такого субрегіону виводить максимум [3].

3. FC Layer – шар, який називається шаром FC, що перетворює матрицю у вектор і подається в повністю пов'язаний шар, як нейронну мережу (рис. 1). Ці шари зазвичай утворюють кілька останніх шарів архітектури CNN [5].

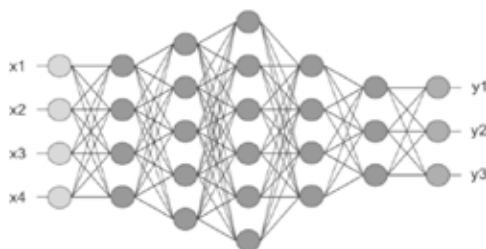


Рис. 1. Схема перетворення матриці ознак на вектор

На наведеній вище схемі (Рис.1) матриця карти ознак буде перетворено на вектор  $(x_1, x_2, x_3, \dots)$ . За допомогою пов'язаних шарів ми об'єднали ці ознаки разом, щоб створити модель (Формула 2) [6].

$$y = g(Wx + b), \quad (2)$$

де  $x$  – вхідний вектор із розмірністю  $[p_1, 1]$ ;

$W$  – матриця ваг з розмірами  $[p_1, n_1]$  де  $p_1$  – кількість нейронів у попередньому шарі, а  $n_1$  – кількість нейронів у поточному шарі;

$b$  – вектор зміщення з розмірністю  $[p_1, 1]$ ;

$g$  – функція активації ReLU.

4. Функції активації являється одним із найважливіших параметрів моделі CNN. Вона додає нелінійність до мережі. Існує кілька функцій активації, що широко використовуються, таких як ReLU, Softmax, tanH і сигмоїдна функція. Кожна із цих функцій має специфічне застосування. Для бінарної класифікації CNN-моделі переважно використовують функції sigmoid та SoftMax, а для багатокласової класифікації зазвичай використовується SoftMax.

ReLU реалізує функцію  $y = \max(x, 0)$ , тому розміри входу та виходу цього шару однакові. Нелінійність необхідна для створення нелінійних меж прийняття рішень. Якби нелінійна функція активації була відсутня, глибокі архітектури CNN перетворилися б на один еквівалентний конволюційний шар, який би працював не так добре. В більшості випадків використовується вона для активації, тому що з нею мережа навчається швидше, у порівнянні з іншими нелінійними функціями, що використовуються в CNN (наприклад, гіперболічний тангенс, абсолютна величина гіперболічного тангенсу та сигмоїд) (рис. 2а) [8].

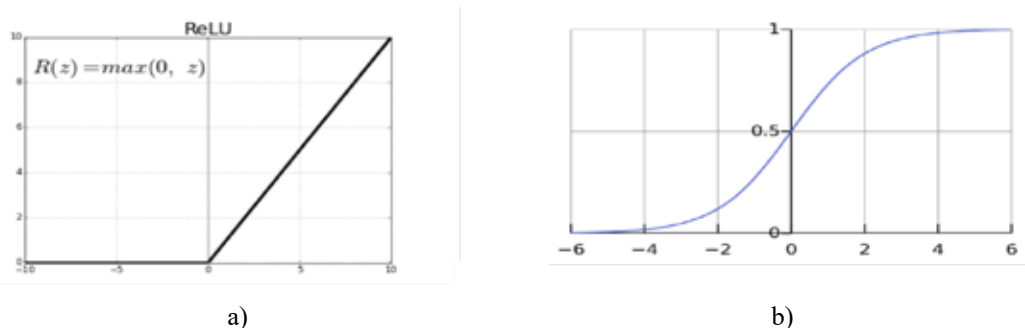


Рис. 2. Графік функцій: а) ReLU; б) SoftMax

Функція SoftMax може використовуватись у класифікаторі лише тоді, коли класи є взаємовиключними. Багатошарові нейронні мережі закінчуються передостаннім шаром, який видає реальні оцінки, які незручно масштабувати і з якими можуть виникнути труднощі у роботі. SoftMax вирішує цю проблему, оскільки він перетворює оцінки в нормалізований розподіл ймовірності, який може бути показаний користувачеві або використаний як вхідні дані для інших систем. З цієї причини зазвичай функція SoftMax додається як останній шар нейронної мережі (рис. 2б).

Переваги CNN:

- Автоматизований вибір відповідних ознак класифікації, що пришвидшує обробку даних.
- Висока точність класифікацій.
- Зменшує кількість параметрів без втрати якості моделей.

Недоліки CNN:

- Великий час тренування на більших датасетах.
- Дуже чутлива до ракурсу та освітлення, тобто те саме фото під іншим ракурсом та іншим освітленням може мати на виході інший результат класифікації (рішенням цієї проблеми є збільшення датасету).



- При малому датасеті через велику кількість параметрів може відбутись перенавчання моделі.
- Можливість фіктивного спрацювання, тобто коли кольорова палітра дуже схожа до тої на якій тренувалась модель. Наприклад: фото з вогнем і фото з заходом сонця кольору схожого до червоного, може на виході отримати однаковий результат класифікації такий як “Fire”.

Розглянемо детально етапи виконання поставленої мети. На рис. 3 представлено Опис моделі у вигляді UML діаграми.

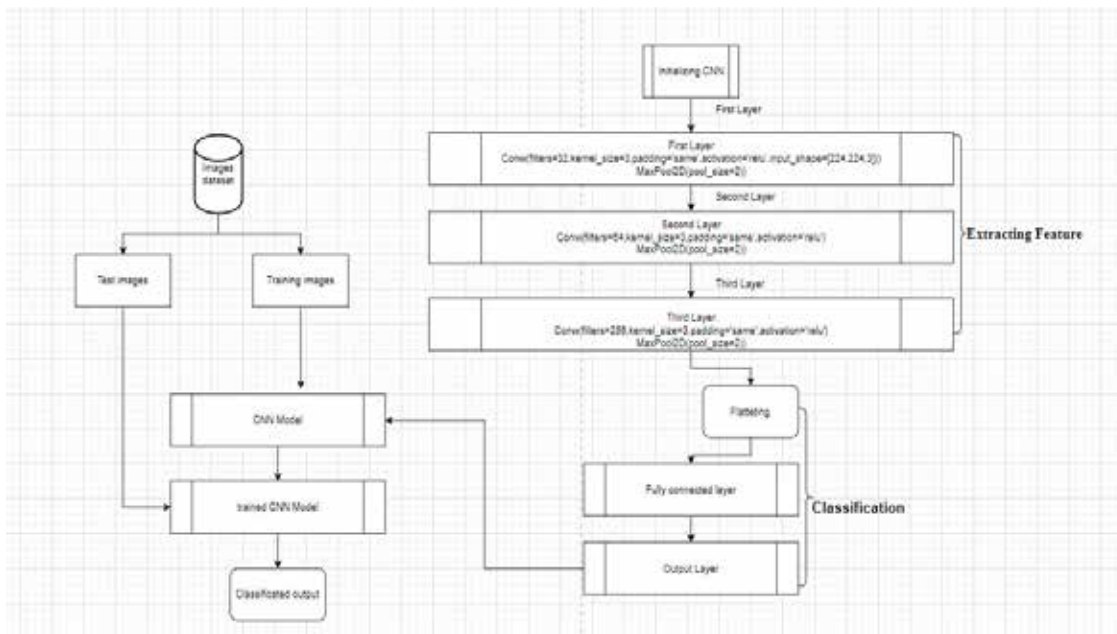


Рис. 3. UML діаграма алгоритму класифікації

Наступним етапом є представлення алгоритму виконання задачі, основними кроками якого є:

1. Побудова CNN.
2. У першому шарі побудованої моделі передаються на вхід зображення. Далі відбувається операція «згортка» з нашим фільтром. На виході з CL отримуємо карту ознак що має такий самий розмір як і фільтр (рис. 4).

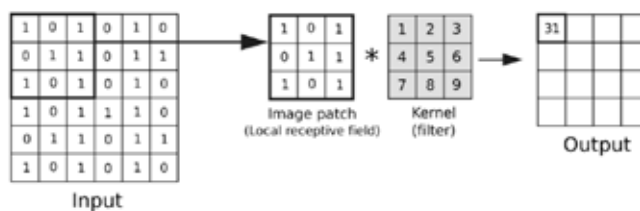


Рис. 4. Згортковий шар CNN

3. Наступним кроком – передаємо нашу карту ознак у PL для її ущільнення та утворення нової карти з сильнішими ознаками. PL застосовується для уникнення перенавчання. В 2 і 3 шар ми вже передаємо не зображення, а карти ознак і виконуємо всі ті самі кроки як і у першому шарі нашої моделі, але вже з іншою кількістю фільтрів (рис. 5a).

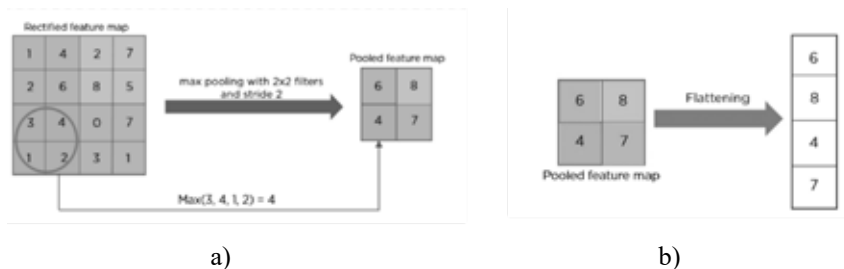


Рис. 5. a) Max Pooling; b) Flattening

4. За допомогою Flatten перетворюємо нашу карту ознак в одновимірний вектор для майбутньої побудови нейронної мережі (рис. 5b).

5. Наступним кроком передаємо наш результуючий вектор у FCL, де наші вектори з'єднуються з кількома повністю пов'язаними шарами, які є такими ж, як штучні нейронні мережі, і виконують ті ж математичні операції.

6. Після проходження через FC останній шар використовується функція активації SoftMax (замість ReLU) для отримання ймовірності того, що вхідні дані знаходяться в певному класі (класифікація) (рис. 6).

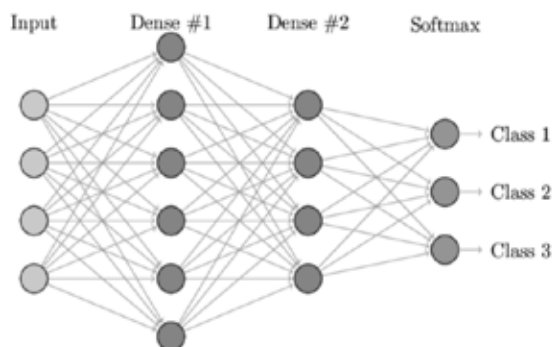


Рис. 6. FCL+OL

7. Після побудови нашої моделі навчаємо класифікатор на тренувальному датасеті і отримуємо претреновану модель, яка і буде класифікувати тестові зображення.

У ході проведення експериментів використовується модель класифікації CNN. Для порівняння результатів підібрані різні параметри. Такі як оптимайзери та кількості епох, щоб отримати інформацію про найоптимальніші варіанти.

Параметри для експериментів:

- Оптимайзери (“Adam”, “RMSprop”, “SGD”).
- Розміри зображень (56x56, 122x122, 224x224).
- BatchSize (4, 16, 64).

Для перевірки роботи класифікації за допомогою даної моделі буде використано датасет, що складається з зображень, на яких є полум'я та просто нейтральні зображення кімнат дому. Загалом було використано в сумі 2704 зображення для тренування моделі. Для класифікації зображень слід помістити їх у різні папки для умовного поділу на класи (рис. 7). Ці дані було розподілені на тренувальні та тестові у відношенні 80% тренувальні та 20% тестові.

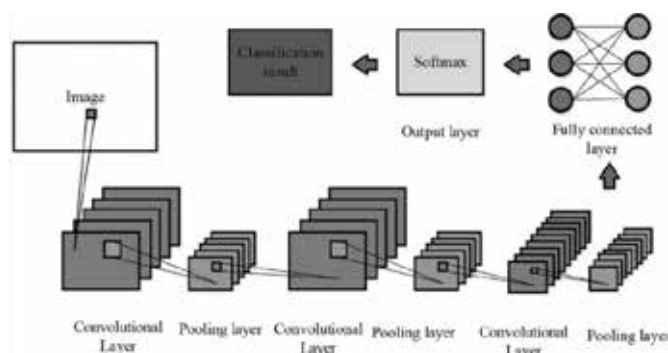


Рис. 7. Архітектура побудованої CNN моделі

Наша CNN модель складається з 3 шарів, доданої функції maxPool до кожного шару для запобігання перетренування та оптимізатора adam. Наступним ключовим параметром є batchsize [8], що впливає на кількість даних опрацьованих за один раз. Чим він більший тим точність більша, але все залежить від характеристик процесора на якому іде виконання. Оскільки це може впливати на час виконання навчання нашої моделі. Рекомендується вибрати величину batchsize=2^n. Для того, щоб почати класифікацію нам необхідно зробити зображення всі одного розміру в нашому дослідженні це 244\*244. Умова передавання зображення в нашу нейронну мережу, це є перетворення зображення в матрицю пікселів. А далі вже відбуватиметься процедура визначення класифікаційних ознак зображення та класифікація як це описано в алгоритмі роботи нашої задачі. На рис. 8a, 8b представлені тренувальні датасети для класу з пожежею та з кімнатами.

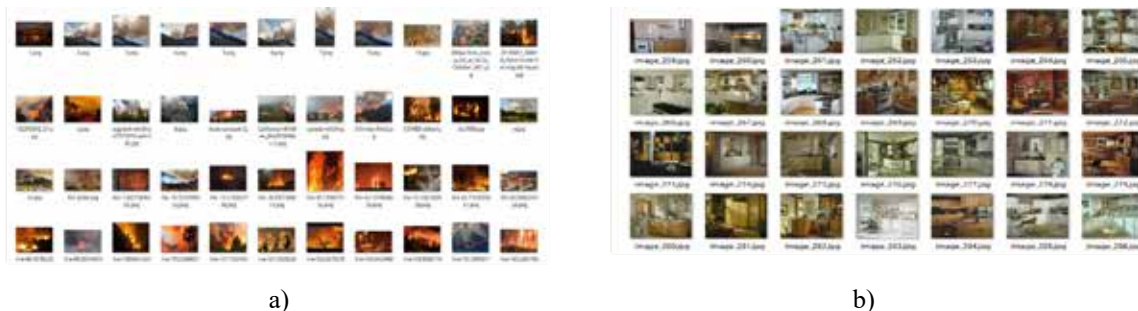


Рис. 8. Тренувальні датасети: а) для класу “Fire”; б) для класу “Netural”

Після закінчення тренування нашої моделі з оптимізатором Adam можна побачити що було досягнуто досить високої точності. Загальний час тренування на одну епоху 95 секунд.

Для кращої візуалізації побудуємо графіки точностей та втрат, що наочно показують ефективність тренування (рис. 9а, 9б).

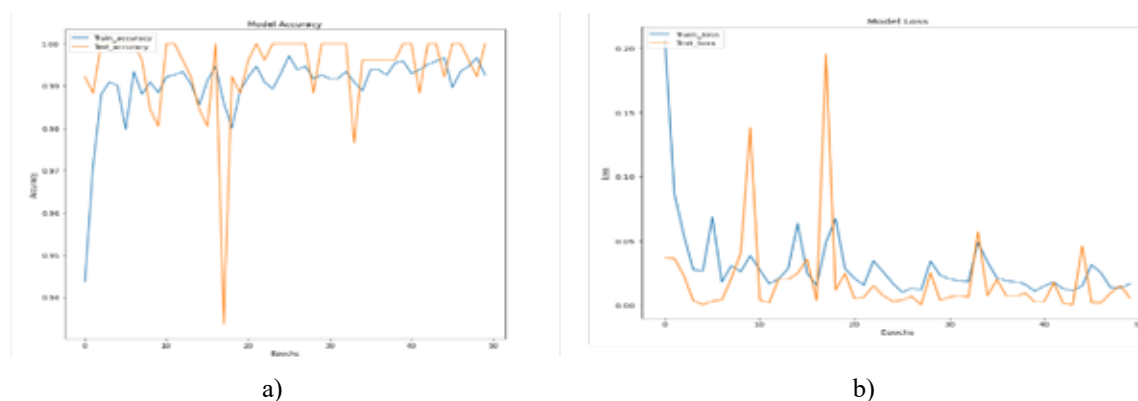


Рис. 9. Графік залежності: а) точності при 50 тренувальних епохах; б) втрат від кількості епох

Як можемо побачити з Рис. 9а, наша модель досягла чудового результату. Точність класифікації в межах [0.92;0.99]. Якщо розглядати цей графік з точки зору більшого масштабу то лінії Train\_ accuracy і Test\_ accuracy будуть майже накладатись, а це означає що наших тренувальних даних виявилось достатньо для ефективного навчання.

На Рис. 9б представлено графік, який також підтверджує що наша модель досягла чудового результату, оскільки функція Loss показує на скільки було неправильне передбачення (чим менше значення тим краще передбачення). На 9 та 19 епосі Рис. 9б відбувся стрибок даного значення. Оскільки CNN модель чутлива до ракурсів та освітлення. Тому можна зробити висновок, що це і є основною причиною стрибку значення test\_loss.

Наступним кроком – завантажуюмо зображення для класифікації (рис. 10а, 10б):



Рис. 10. Тестоване зображення: а) з набору “Fire”; б) з набору “Netural”

Після закінчення тренування нашої моделі з оптимізатором RMSprop можна побачити, що було досягнуто хорошої точності, але менш ефективно порівняно з попереднім оптимайзером. Загальний час тренування на одну епоху 102 секунди, що теж більше ніж у попередньому тренуванні. На рис. 11а, 11б зображені графіки точностей та втрат.

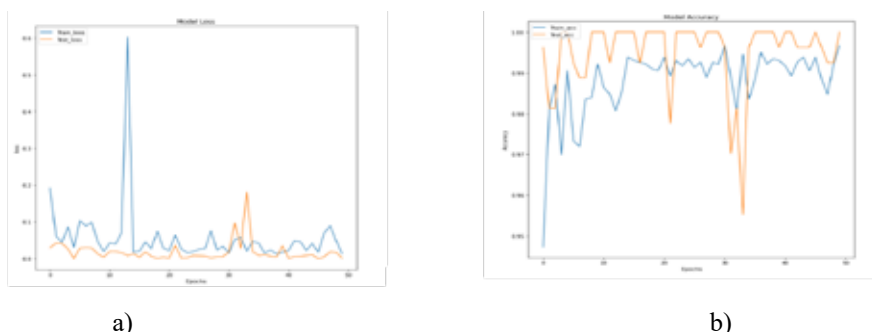


Рис. 11. Графік залежності: а) точності при 50 епохах; б) втрат при 50 епохах

Рис. 11а також підтверджує що наша модель досягла чудового результату, оскільки функція Loss показує на скільки було погане передбачення і чим менше значення, то тим краще передбачення було зроблено. Також можна помітити що в більшості випадків значення Loos прямує до 0, що є ще однією ознакою хорошої класифікації з високою точністю.

Як можемо побачити На рис. 11б, наша модель досягла чудового результату – точність класифікації в межах [0.95;0.99].

Прийдемо, до іншої нашої поставленої задачі, а саме розпаралелення класифікації зображень. Оскільки вхідні дані це відео, що будуть розбиватись покадрово і передаватись з оптимальним часовим інтервалом. Було вирішено розпаралелювати саме класифікацію, а не тренування, оскільки модель тренується разово на великій кількості даних після чого претренована модель класифікуватиме вхідний датасет зображень.

Було проведено експерименти з визначенням часу виконання програми. Приведені таблиці результатів експериментів, на яких позначено найоптимальніший розподіл роботи програми по потоках, графіки часу виконання, та діаграми залежності ефективності від кількості вхідних зображень.

Формули 3-4, за якими було вираховано прискорення та паралельну ефективність:

Отож, оцінка паралельного прискорення розраховувалась за Формулою 3:

$$S_n = \frac{T_1}{T_n}, \tag{3}$$

де  $T_1$  – час виконання послідовного алгоритму;

$T_n$  – час виконання паралельного алгоритму;

$n$  – кількість процесів (потоків).

Оцінка ефективності буде обчислюватись за формулою 4:

$$P_n = \frac{S_n}{n}, \tag{4}$$

Таблиця 1

**Розрахунок прискорення**

Кількість картинок	1 потік	Паралельний алгоритм					
		2 потоки		4 потоки		8 потоків	
		T	S	T	S	T	S
100	8.04475	4.09019	1.96683	2.434093	3.305029	2.01975	3.98303
200	15.8410	8.1130	1.95252	4.58647	3.45384	3.54599	4.46728
400	31.64040	16.55203	1.91157	9.36195	3.37967	7.54332	4.19449
800	64.27154	34.0405	1.88808	20.61760	3.11731	16.8859	3.80621

Таблиця 2

**Розрахунок ефективності**

Кількість картинок	1 ядро	2-ядерний	4-ядерний
100	0,983415	0,82625725	0,49787875
200	0,97626	0,86346	0,55841
400	0,955785	0,8449175	0,52431125
800	0,94404	0,7793275	0,47577625

На рис. 12а та 12б зображена ефективність та прискорення паралельного обчислення.

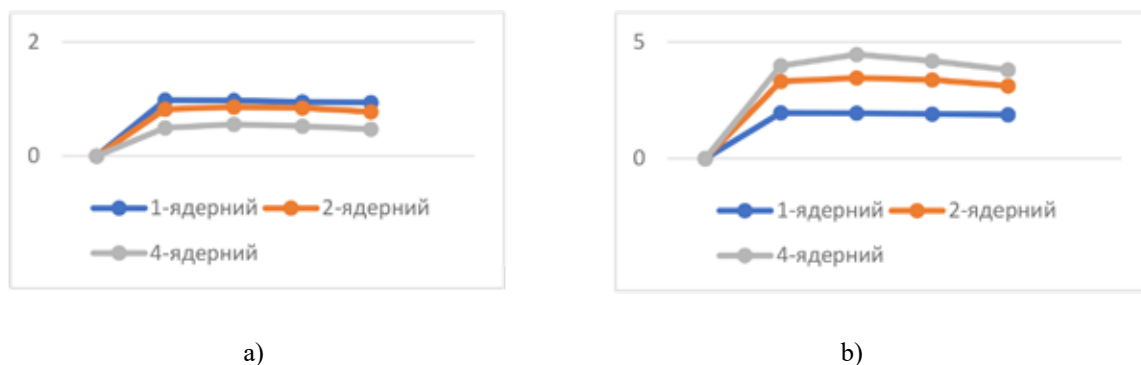


Рис. 12. а) ефективність паралельного обчислення; б) прискорення паралельного обчислення

### Висновки

Було проаналізовано велику кількість літературних джерел щодо доцільності вибору саме моделі CNN. В них описувались всі сильні сторони даної структури нейронної мережі. Під час проведення експериментів відбувались тренування з різними розмірами епох та оптимайзерами. Для покращення швидкості було підібрано 2 найбільш результативні, а саме “Adam” та “RMSProp”, тому що при виборі інших – точність різко падала до значень менше 40%. Для визначення ефективності одного над іншим, ми виконували тренування та класифікацію зображень з однаковими параметрами.

CNN з “Adam” оптимайзером по часу тренування, що припадає на одну епоху, виконував тренування швидше на 8с. Тому при великій кількості епох він дає вигреш у часі. Точність класифікації моделі на основі даного оптимайзера становить 96%.

CNN з “RMSProp” оптимайзером по часу тренування, що припадає на одну епоху виконував тренування повільніше, але точність класифікації моделі на основі даного оптимайзера становить 97%.

При збільшенні кількості епох ми могли помітити позитивну динаміку по точності і негативну динаміку по втратах на обох моделях при збільшенні кількості епох. Це підтверджує результативність CNN для свого прямого призначення, а саме класифікації зображень.

Також у роботі були проведені експерименти над розміром зображення. В результаті даного експерименту час тренування зменшився ще на 8 с на одній епосі, на основі того, що розмір вхідної матриці пікселів зображення став меншим.

Отож, можна зробити висновок, що при оптимальному підборі розміру зображення можна також збільшити швидкість обробки. Після підбору усіх оптимальних вхідних параметрів нашої нейронної мережі ми приступили до розпаралелення класифікації, нам вдалось суттєво прискорити її класифікацію, що представлено в таблицях 1–2.

Проте нами пропонуються способи оптимізації моделі:

1. Використання в ролі оптимізатора “adam”.
2.  $\text{BatchSize}=2^n$ .
3. Підбір оптимального розміру вхідного зображення. У представленому експерименті це дало вигреш у 6с на одну епоху, що в результаті оптимізує швидкість на 3 хв на кожних 50 епохах без втрати точності.
4. Для збільшення точності необхідно використовувати велику кількість даних. Це необхідно для будь яких мереж глибокого навчання. Перевага CNN в тому, що вона чутлива до ракурсів освітлення та багато інших параметрів властивих для зображень. Тому за допомогою зближення, повороту, та інших дій над фото ми можемо штучно збільшувати наш датасет.
5. Для збільшення швидкості можна тренувати модель за допомогою GPU. В проведеному експерименті це дозволило зменшити час з 108 с до 28 с, в порівнянні з тренуванням за допомогою CPU.
6. Використання більшої кількості даних при розпаралеленні. Тому що при малих даних не завжди раціонально запускати багатопотокове виконання програми.

### Список використаної літератури

1. Celia T., Özkaraman H. Fire And Smoke Detection Without Sensors: Image Processing Based Approach. Demirel 15th European SignalProcessing Conference (EUSIPCO 2007), Poznan, Poland, copyright by EURASIP. Electrical and Electronic Engineering, Eastern MediterraneanUniversity, TURKEY, September. 2007. pp. 1-5.
2. Divya R., Mageshwari D. A Novel Fire Detection System using Image Processing and Artificial Intelligence Techniques. Proceedings published by International Journal of Computer Applications (IJCA), Chennai. 2012.
3. Patel P., Tiwari S. Flame Detection using Image Processing Techniques, Journal of Computer Applications. Vol. 58. №18. 2012. pp. 1-4.

4. Xiong Z., Caballero R., Wang H., Finn A. M., Lelic M. A., and Peng P.Y. Video-based Smoke Detection: Possibilities, Techniques, and Challenges. United Technologies Research Centre, East Hartford.
5. Stauffer C. and Grimson W.E.L. Adaptive Background Mixture Models for Real- Time Tracking. Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition. 1999.
6. Shams R., Hossain S., Priyom S., Fatema N. Automated Fire Extinguishing System With Gsm Alarm. Thesis in the Department of Electrical and Electronic Engineering Of BRAC University.
7. Töreyn B.U., Dedeoğlu Y., Çetin A.E. Flame detection in video using hidden Markov models. Proc. IEEE Internet Conf. On Image Processing. 2005. pp. 1230-1233.
8. Arrue B. C., Ollero A., and Martinez de Dios J. R. An intelligent system for false alarm reduction in infrared forest-fire detection. IEEE Intelligent Systems. Vol. 15. № 3. 2000. pp. 64–73.
9. Śrutek M., Andrysiak T. Flame Detection Based On Infrared Images. University of Technology and Life Sciences, Bydgoszcz, Poland. 2013. pp. 1-10.
10. Yuan C. Automatic Fire Detection Using Computer Vision Techniques for UAV-based Forest Fire Surveillance. A Thesis in the Department of Mechanical, Industrial and Aerospace Engineering. 2017. pp. 72-87.

#### References

1. Celia T., Özkaraman H. Fire And Smoke Detection Without Sensors: Image Processing Based Approach. Demirel 15th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2007), Poznan, Poland, copyright by EURASIP. Electrical and Electronic Engineering, Eastern Mediterranean University, TURKEY, September. 2007. pp. 1-5.
2. Divya R., Mageshwari D. A Novel Fire Detection System using Image Processing and Artificial Intelligence Techniques. Proceedings published by International Journal of Computer Applications (IJCA), Chennai. 2012.
3. Patel P., Tiwari S. Flame Detection using Image Processing Techniques, Journal of Computer Applications. Vol. 58. №18. 2012. pp. 1-4.
4. Xiong Z., Caballero R., Wang H., Finn A. M., Lelic M. A., and Peng P.Y. Video-based Smoke Detection: Possibilities, Techniques, and Challenges. United Technologies Research Centre, East Hartford.
5. Stauffer C. and Grimson W.E.L. Adaptive Background Mixture Models for Real- Time Tracking. Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition. 1999.
6. Shams R., Hossain S., Priyom S., Fatema N. Automated Fire Extinguishing System With Gsm Alarm. Thesis in the Department of Electrical and Electronic Engineering Of BRAC University.
7. Töreyn B.U., Dedeoğlu Y., Çetin A.E. Flame detection in video using hidden Markov models. Proc. IEEE Internet Conf. On Image Processing. 2005. pp. 1230-1233.
8. Arrue B. C., Ollero A., and Martinez de Dios J. R. An intelligent system for false alarm reduction in infrared forest-fire detection. IEEE Intelligent Systems. Vol. 15. №3. 2000. pp. 64-73.
9. Śrutek M., Andrysiak T. Flame Detection Based On Infrared Images. University of Technology and Life Sciences, Bydgoszcz, Poland. 2013. pp. 1-10.
10. Yuan C. Automatic Fire Detection Using Computer Vision Techniques for UAV-based Forest Fire Surveillance. A Thesis in the Department of Mechanical, Industrial and Aerospace Engineering. 2017. pp. 72-87.

О. Г. ЗІНОВ'ЄВА

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного  
ORCID: 0000-0003-3760-8952

Г. В. ГЕШЕВА

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного  
ORCID: 0000-0003-3052-4393

## ОГЛЯД ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ІМІТАЦІЙНОГО МОДУЛЮВАННЯ

*В роботі дається огляд сучасних програмних засобів імітаційного моделювання та їх можливостей стосовно дослідження механізмів функціонування та управління виробничими системами. Представлено важливість імітаційного моделювання при проектуванні складних систем.*

*Одним із найперспективніших напрямів планування та управління виробництвом є імітаційне моделювання (ІМ), яке дає змогу отримати якісні та кількісні оцінки можливих наслідків прийнятих рішень. Імітаційне моделювання може забезпечити вирішення різноманітних завдань дослідження: – визначення реального алгоритму роботи конкретної системи з урахуванням імовірнісних характеристик окремих елементів і сигналів; – розрахунок статистичних характеристик (середнє, максимальне та мінімальне значення, коефіцієнт використання); – оптимізація структури або параметрів досліджуваної системи; – пошук збоїв і збоїв у реальній системі та їх причин; – створення комп'ютерних ділових ігор як компонентів систем підтримки прийняття рішень.*

*Метою імітаційного моделювання є відтворення поведінки досліджуваної системи за результатами аналізу найбільш істотних зв'язків між її елементами.*

*Будь-яка імітаційна модель – це програма або комп'ютерна установка, яка описує структуру і поведінку реальної системи в часі за допомогою інформаційних технологій. Такі моделі допомагають отримати статистику про функціонування системи на основі вхідних даних, отриманих системою. Ці моделі можуть бути створені за допомогою програмного забезпечення, систем комп'ютерного моделювання. У даній роботі ми розглядаємо імітаційне моделювання на прикладі дискретно-подієвого моделювання.*

*В роботі наведено результати дослідження ринку прикладних програм імітаційного моделювання з точки зору можливості та доцільності використання останніх при оптимізації технічного обслуговування сільськогосподарської техніки. Досліджено основні етапи розвитку програм імітаційного моделювання та особливості модифікування прикладних програм на даних етапах. Розглядаються різні програми імітаційного моделювання, які доцільно застосовувати при проектуванні та оптимізації агропромислових комплексів.*

**Ключові слова:** імітаційне моделювання, система, проектування, алгоритм, засоби.

O. G. ZINOVIEVA

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University  
ORCID: 0000-0003-3760-8952

H. V. HESHEVA

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University  
ORCID: 0000-0003-3052-4393

## OVERVIEW OF SIMULATION MODULATION SOFTWARE

*The work provides an overview of modern simulation software tools and their capabilities in relation to researching the mechanisms of functioning and management of production systems. The importance of simulation modeling in the design of complex systems is presented.*

*One of the most promising areas of production planning and management is simulation modeling (IM), which allows obtaining qualitative and quantitative estimates of the possible consequences of decisions made. Simulation modeling can provide a solution to a variety of research tasks: – determination of a real algorithm for the operation of a specific system, taking into account the probabilistic characteristics of individual elements and signals; – calculation of statistical characteristics (average, maximum and minimum values, utilization ratio); – optimization of the structure or parameters of the studied system; – searching for failures and malfunctions in the real system and their causes; – creation of computer business games as components of decision support systems.*

*The purpose of simulation modeling is to reproduce the behavior of the studied system based on the results of the analysis of the most significant connections between its elements.*

*Any simulation model is a program or computer installation that describes the structure and behavior of a real system in time with the help of information technologies. Such models help to obtain statistics about the functioning of the system based on the input data received by the system. These models can be created using software, computer simulation systems. In this work, we consider simulation modeling on the example of discrete-event modeling.*

*The paper presents the results of the market research of applied simulation modeling programs from the point of view of the possibility and expediency of using the latter in optimizing the maintenance of agricultural machinery. The main stages of the development of simulation programs and the peculiarities of modifying application programs at these stages are studied. Various simulation programs are considered, which are expedient to use in the design and optimization of agro-industrial complexes.*

**Key words:** simulation modeling, system, design, algorithm, tools.

### Постановка проблеми

Імітаційне моделювання – метод дослідження, при якому система, що вивчається, замінюється моделлю з достатньою точністю, яка описує реальну систему, з якої проводяться експерименти з метою отримання інформації про цю систему. Імітаційне моделювання системи передбачає, що процес функціонування системи відтворюється за допомогою алгоритму, який реалізується за допомогою комп'ютера. Імітаційне моделювання застосовується, коли неможливо побудувати аналітичну модель системи. Таку модель можна «програти» в часі, як для одного випробування, так і заданої їх множини. При цьому результати будуть визначатися випадковим характером процесів. За цими даними можна отримати достатньо стійку статистику. Експериментування з моделлю називають імітацією (імітація – це збагнення суті явища, не вдаючись до експериментів на реальному об'єкті).

Актуальність цієї теми складається в тому, що імітаційне моделювання на комп'ютері – це один із найпотужніших засобів дослідження, зокрема, складних динамічних систем. Як і будь-яке комп'ютерне моделювання, воно дає можливість проводити обчислювальні експерименти з системами, які ще проєктуються, і вивчати системи, натурні експерименти з якими, через міркування безпеки або дорожнечі, не доцільні. У той же час, завдяки своїй близькості до фізичного моделювання, це метод дослідження доступний більш широкому колу користувачів [1].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

За останні 15–20 років імітаційне моделювання стало одним із найпоширеніших інструментів дослідження складних систем та процесів. Нині ринку програмного забезпечення для імітації пропонується понад 50 потужних програмних засобів імітаційного моделювання [2]. Усього ж ринку інформаційних технологій фігурує близько 150 програмних продуктів, дозволяють проводити імітаційні експерименти [2, 3]. Діапазон та різноманітність такого програмного забезпечення продовжують зростати, відбиваючи тенденцію сталого попиту на нього.

### Постановка завдання

Мета даного дослідження – розглянути різні методи, що використовуються для імітаційного моделювання, виділити галузі застосування таких систем, а також показати нові шляхи та тенденції їх розвитку

### Виклад матеріалу дослідження

Імітаційна модель – логіко-математичний опис об'єкта, який може бути використаний для експериментування на комп'ютері з метою проєктування, аналізу та оцінки функціонування об'єкта.

До імітаційного моделювання вдаються у випадках, коли:

- дорого чи неможливо експериментувати на реальному об'єкті;
- неможливо побудувати аналітичну модель: у системі є час, причинні зв'язки, наслідки, нелінійності, стохастичні (випадкові) змінні;
- необхідно зімітувати поведінку системи у часі.

Мета імітаційного моделювання полягає у відтворенні поведінки досліджуваної системи на основі результатів аналізу найістотніших взаємозв'язків між її елементами або іншими словами – розробці симулятора (англ. simulation modeling) досліджуваної предметної галузі для проведення різних експериментів.

Імітаційне моделювання дозволяє імітувати поведінку системи у часі. Причому плюсом є те, що часом у моделі можна керувати: уповільнювати у разі швидкоплинних процесів і прискорювати для моделювання систем з повільною мінливістю. Можна імітувати поведінку тих об'єктів, реальні експерименти з якими дорогі, неможливі чи небезпечні.

Області застосування імітаційного моделювання:

- бізнес процеси;
- бойові дії;
- динаміка населення;
- дорожній рух;
- IT-інфраструктура;
- математичне моделювання історичних процесів;
- логістика;
- пішохідна динаміка;
- виробництво;
- ринок та конкуренція;
- сервісні центри;



- ланцюжки поставок;
- вуличний рух;
- управління проектами;
- економіка охорони здоров'я;
- екосистеми.

Особливістю вирішення завдань планування та управління виробництвом є необхідність обліку при їх вирішенні безлічі змінних величин, що характеризують ринкові умови, що постійно змінюються. Один із найперспективніших напрямів розв'язуваних завдань – імітаційне моделювання, що дозволяє отримати якісні та кількісні оцінки можливих наслідків керованих рішень. У роботах багатьох авторів зазначається, що імітаційні методи – найпоширеніші засоби теорії управління та дослідження операцій в управлінні промисловими підприємствами та організаціями. Це пояснюється тим, що вони дають інструментальну підтримку аналізу функціонування з метою вдосконалення виробничих та управлінських процесів, скоординованої та контрольованої роботи всіх підсистем.

Історія розвитку імітаційного моделювання визначила кілька поколінь програмних засобів, еволюція яких може бути подана у вигляді послідовної зміни шести поколінь [3, 4]:

1. Перше покоління (1950-ті рр.) – Програмування моделей мовами високого рівня без будь-якої спеціальної підтримки. Програми для завдань моделювання розроблялися на основі універсальних мов, таких як FORTRAN та ALGOL.

2. Друге покоління (1960-ті рр.) – спеціальна підтримка моделювання у вигляді відповідних виразів мови, генераторів випадкових чисел, засобів представлення результатів.

1960–1965 р.р. – з'явилися перші мови моделювання: GPSS (мова транзактів), SIMULA (мова процесів), SIMSCRIPT (мова подій), CSL (мова робіт), SOL, GASP, SLA;

1965–1970 гг. – створено друге покоління мов моделювання: GPSS V, SIMSCRIPT II.5, SIMULA 67, GASP-IV.

3. Третє покоління (1970-ті рр., CADSIM, DEMOS, ACSL, MODEL-6, GEAR...) – можливість комбінованого безперервно-дискретного моделювання. Розвиток вже розроблених мов та засобів моделювання, орієнтований на підвищення ефективності процесів моделювання та перетворення моделювання на більш простий та швидкий метод дослідження складних систем. Системи автоматизації моделювання, розроблені у 1960–1970-ті роки. (Simula, SLAM), були ще надто складні для широкого кола користувачів, насамперед через складність текстової форми опису моделі та відсутність програмних реалізацій ефективних чисельних методів.

4. Четверте покоління (1980-ті рр., SLAM II PC System Animation, PC Model SIMFACTORY, GPSS PC, XCELL) – орієнтація на конкретні області застосування, можливість анімації. Розробка імітаційних систем, що містять інтерфейс непрограмуемого користувача, вхідні та вихідні аналізатори, можливість анімації процесу імітаційного моделювання. Перенесення програмного забезпечення для імітаційного моделювання на персональні ЕОМ з використанням засобів графічного інтерфейсу (для візуалізації та анімації процесів моделювання).

5. П'яте покоління (1990-і рр., SIMPLEX II, SIMPLEX++) – графічний інтерфейс, інтегроване середовище для створення та редагування моделей, планування експериментів, управління моделюванням та аналізу результатів. Розробка засобів технологічної підтримки процесів розподіленого імітаційного моделювання на мультипроцесорних ЕОМ та мережах.

6. Шосте покоління (кінець 1990-х – наш час, Arena, AutoMod, Anylogic) – інтегровані системи імітаційного моделювання, у яких розвиваються найважливіші особливості засобів п'ятого покоління.

Програмні засоби імітаційного моделювання, які використовуються для розробки імітаційних моделей виробничих систем, можна розділити на чотири групи [5]:

1. Програмування комп'ютерної моделі за допомогою універсальних мов (наприклад C++, Delphi, Pascal). Динаміку системи описують рівняннями, які кодують у програму, потім проводять розрахунок рівнянь та встановлюють зв'язок вихідних величин із вхідними.

2. Програмування комп'ютерної моделі із застосуванням спеціалізованих мов моделювання (наприклад, GPSS, AnyLogic), написаних універсальними мовами. Динаміка системи відображається взаємодією елементів моделі у часі та просторі. Спеціалізовані мови імітаційного моделювання компактні та мають широке коло додатків, проте потребують спеціальної підготовки користувача, який має написати програму в термінах мови для конкретного об'єкта моделювання.

3. Побудова комп'ютерних моделей та проведення імітаційних експериментів за допомогою спеціалізованих комп'ютерних середовищ (наприклад, Arena, AnyLogic, GPSS World, VisSim).

Імітаційні середовища не вимагають програмування у вигляді послідовності команд. Замість написання програми користувачі складають модель із бібліотечних графічних модулів та/або заповнюють спеціальні форми. Як правило, імітаційне середовище забезпечує можливість візуалізації процесу імітації, дозволяє проводити сценарний аналіз та пошук оптимальних рішень.

4. Включення засобів імітаційного моделювання у стандартні математичні комп'ютерні системи (наприклад, пакет Simulink системи Matlab, Mathcad, Maple). Це програмні середовища, призначені для виконання різноманітних

математичних і технічних розрахунків, що надають користувачеві інструменти для роботи з формулами, числами, графіками, текстом, включають засоби для управління змінними, введенням і виведенням даних, а також забезпечені графічним інтерфейсом.

Модель являє собою спрощене відображення реальності – це менш детальне, менш складне, менш докладне відтворення реально існуючого об'єкта, системи або феномена, процесу.

Існує цілий ряд популярних систем імітаційного моделювання різного класу – від простих програм, призначених для установки на персональному комп'ютері, до потужних систем, що включають бібліотеки більшості наявних на ринку комунікаційних пристроїв і дозволяють в значній мірі автоматизувати дослідження мережі, яка вивчається.

Для імітаційного моделювання використовується величезна кількість програмних продуктів, таких як: Aimsun (Розробник: компанія TSS – Transport Simulation Systems, S.L, Іспанія), AnyLogic (Розробник: The AnyLogic Company (XJ Technologies), Arena (Розробник: Rockwell Automation Inc., Wexford, PA, США.), AutoMod (Розробник: Brooks Automation, США), AweSim (Розробник: Symix Systems Inc., США).

Але нами більш детально буде розглянута одна з найбільш поширених і доступніших програм, що використовується при дискретно-подієвому моделюванні, – GPSS.

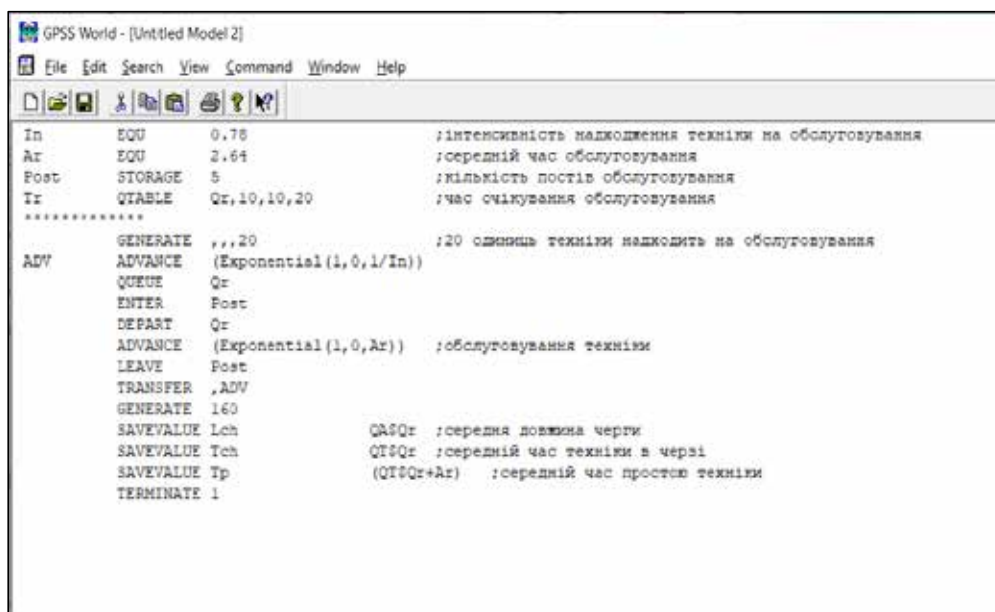
GPSS (General Purpose Simulation System) – система моделювання складних об'єктів загального призначення. Спочатку розроблялась і підтримувалась компанією IBM. Наразі існують версії різних розробників, найсучасніша з яких – GPSS World – версія GPSS для персональних EOM та ОС Windows, що розроблена компанією Minuteman Software.

GPSS World є об'єктно-орієнтованою мовою. Можливості візуального представлення інформації мови GPSS World дозволяють спостерігати та фіксувати внутрішні механізми функціонування моделей. Інтерактивність мови GPSS World дозволяє одночасно досліджувати та управляти процесами моделювання.

Практичним прикладом застосування імітаційного моделювання може бути модель служби технічного обслуговування сільськогосподарської техніки. Майстерня технічного обслуговування сільськогосподарської техніки характеризується як система масового обслуговування з обмеженою кількістю постів  $n$ , в якій забезпечується технічне обслуговування сільськогосподарської техніки. Цю модель можна представити як багатоканальну систему з очікуванням, де від комбайнів або тракторів надходить потік замовлень на обслуговування. Служба технічного обслуговування сільськогосподарської техніки включає в себе  $n$  постів обслуговування. Кожен пост може обслуговувати по одній машині або виконувати один запит на обслуговування. Кожен запит, що надходить на обслуговування, включається в чергу, оскільки групи обслуговування зайняті попереднім запитом, і чекає, поки один із постів завершить роботу. Якщо запит надходить і є вільний пост, то запит негайно підключається до вільного посту і машина отримує технічне обслуговування.

Основними параметрами, що характеризують діяльність майстерні технічного обслуговування, є: ймовірність того, що всі посади будуть вільні або зайняті; математичне очікування довжини черги; коефіцієнти, що відображають зайнятість та стан простою постів технічного обслуговування.

Нижче наведений код програми в пакеті GPSS (рис. 1).



```

GPSS World - [Untitled Model 2]
File Edit Search View Command Window Help
In EQU 0.78 ;інтенсивність надходження техніки на обслуговування
Ar EQU 2.64 ;середній час обслуговування
Post STORAGE 5 ;кількість постів обслуговування
Tr QTABLE Qr,10,10,20 ;час очікування обслуговування
*****
GENERATE ,,,20 ;20 одиниць техніки надходить на обслуговування
ADV ADVANCE (Експоненціал(1,0,1/In))
QUEUE Qr
ENTER Post
DEPART Qr
ADVANCE (Експоненціал(1,0,Ar)) ;обслуговування техніки
LEAVE Post
TRANSFER ,ADV
GENERATE 160
SAVEVALUE Lch QrSq ;середня довжина черги
SAVEVALUE Tch QrSq ;середній час техніки в черзі
SAVEVALUE Tp (QrSq+Ar) ;середній час простою техніки
TERMINATE 1
  
```

Рис. 1. Код програми в пакеті GPSS

GPSS World - (Untitled Model 2.18.1 - REPORT)

File Edit Search View Command Window Help

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY
QR	15	13	301	5	12.559	6.676	6.789	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE. C.	UTIL.	RETRY	DELAY
BOST	5	0	0	5	288	1	4.997	0.999	0	13

TABLE	MEAN	STD. DEV.	RANGE	RETRY	FREQUENCY	CUM. %
TR	6.668	2.421	-	0	265	92.01
			10,000 -	20,000	23	100.00

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
LCH	0	12.559
TCH	0	6.676
TF	0	9.316

REC	XN	FRI	EDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
15	0	160.820	15	2	3			
8	0	160.268	8	2	3			
9	0	160.802	9	6	7			
5	0	161.325	5	6	7			
12	0	162.245	12	6	7			
14	0	163.791	14	6	7			
13	0	164.178	13	6	7			
22	0	320.000	22	0	9			

For Help, press F1 Report is Complete. Clock

Рис. 2. Результати, отримані при моделюванні роботи машинно-тракторної станції

На основі отриманих результатів проводять оптимізацію роботи майстерні.

В даному випадку можна побачити, що при п'яти постах обслуговування 20 одиниць техніки протягом місяця коефіцієнт завантаження майстерні складає 99,9%, час простою техніки – 9,3 год. Тому для оптимізації роботи машинно-тракторної майстерні і зменшення часу простою слід додати ще пости обслуговування

Система GPSS добре підходить для моделювання процесів масового обслуговування. Однак ця система має кілька недоліків: перший із них полягає в тому, що GPSS дозволяє моделювати лише один пристрій. Якщо в моделі є два або більше паралельно працюючих об'єктів, то таку модель необхідно моделювати за допомогою кількох паралельно працюючих пристроїв. Іншим недоліком є відсутність графічних даних, що позбавляє можливості візуального представлення моделі в реальності, а також ускладнює процес обробки інформації. Крім того, в цій програмі дуже складно представити процеси обробки інформації у вигляді алгоритму.

#### Висновки

На основі проведеного дослідження обґрунтована доцільність застосування імітаційного моделювання в прикладних пакетах при моделюванні агропромислових комплексів.

Інші методи, такі як математичні, фізичні та інші, є мало застосовуваними для моделювання складних систем, до яких можна віднести сільськогосподарські підприємства. Причинами цього є складність реалізації даних методів та коштовність.

Сформульовані основні вимоги до прикладних пакетів і критерії їх вибору при проведенні імітаційного моделювання.

#### Список використаної літератури

1. Томашевський В.М. Моделювання систем. К.: Видавнича група ВНУ, 2005. 352 с.
2. Ситник В. Ф., Орленко Н.С. Імітаційне моделювання: навч. посіб. Київ : КНЕУ, 1998. 232 с.
3. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Киев: Издательская группа ВНУ, 2004. 847 с.
4. Братушка С.М. Імітаційне моделювання як інструмент дослідження складних економічних систем. Вісник Української академії банківської справи, 2009. № 2(27), С. 113–118.
5. Жерновий Ю.В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування: практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 307 с
6. Томашевський В.Н., Жданова О.Г., Жолдаков О.О. Вирішення практичних завдань методами комп'ютерного моделювання: Навч. посібник. К.: «Корнійчук», 2001. 268 с.
7. Лубко Д.В., Шаров С.В., Зінов'єва О.Г. Проектування імітаційної моделі роботи технологічної лінії прибирання гною на тваринницькій молочній фермі. Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки, 2022. Том 33(72) № 3. С. 56-60.
8. Соколовський Я. І., Шабатура Ю.В., Виклюк Я.І. та ін. Моделювання систем в середовищі GPSS World: навч. посіб. Львів : Новий Світ, 2020. 288 с.

9. Шамрін Р. В. Імітаційне моделювання економічних систем: програмні засоби та напрями їх вдосконалення. Економіка та держава, 2016. № 1. С. 35–39.

10. Боев, В. Д. Концептуальне проектування систем в AnyLogic і GPSS World. 2014. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/4818/1066/info>

#### References

1. Tomashevskiy, V.M. (2005), *Modeling of systems*. Kyiv: BHV
2. Sytnyk, V. F. & Orlenko, N.S. (1998) *Simulation modeling: Tutorial*. Kyiv: KNEU
3. Kelton, V. & Lou, A. (2004) *Simulation modeling*. Kyiv: BHV
4. Bratushka, S.M. (2009). Simulation modeling as a tool for the study of complex economic systems. *Bulletin of the Ukrainian Academy of Banking*, 2(27), 113-118.
5. Zhernovyi, Yu.V. (2007), *Simulation modeling of mass service systems: workshop*. Lviv : LNU imeni Ivana Franka
6. Tomashevskiy, V.N., Zhdanova, O.H. & Zholdakov, O.O. (2001), *Solving practical problems using computer modeling methods: Tutorial*. K.: “Korniichuk”.
7. Lubko, D.V., Sharov, S.V., & Zinovieva, O.H. (2022) Designing a simulation model of the technological line of manure cleaning on a livestock dairy farm// *Scientific notes of the Tavri National University named after V.I. Vernadskyi, Series: Technical sciences*, Vol. 33(72) No. 3.
8. Sokolovskiy, Ya. I., Shabatura, Yu.V., Vykliuk, Ya.I. & other (2020), *Modeling systems in the GPSS World environment: Tutorial*. Lviv : Novyi Svit
9. Shamrin, R. (2016), “Simulation modeling of economic systems: software tools and areas of improvement”, *Ekonomika ta derzhava*, vol. 1, 35–39.
10. Boiev, V. D. (2014), *Conceptual design of systems in AnyLogic and GPSS*. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/4818/1066/info>

О. Р. КАПРАЛЬ

Національний університет «Львівська політехніка»

ORCID: 0000-0001-9636-0518

М. Б. ВЕЛИКА

Національний університет «Львівська політехніка»

ORCID: 0000-0001-7915-3488

## РОЛЬ ЧАТ-БОТІВ В ЕПОХУ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ

Ця стаття описує різновиди, принципи застосування інформаційної технології чат-ботів і фокусується на його впровадженні.

Мета дослідження полягає у комплексному підході до створення стратегії використання чат-ботів в інтернет-маркетингу, доцільність використання чат-ботів та втримання уваги користувача.

У статті проаналізовано найпопулярнішу інноваційну технологію чат-бот. Розглянуто й охарактеризовано такі поняття як: чат-бот, штучний інтелект, CRM системи. Проаналізовано застосування сучасних технологій, недоліки та переваги, ризики й можливості. Зроблено огляд різних типів чат-ботів. Описано застосування воронки продаж з використанням чат-бота.

Розглянуто питання теоретичного та практичного застосування нових технологій в стратегіях підприємств. Доведено, що чат-боти дозволяють охопити та залучити більшу аудиторію, підвищити довіру до бренду, збільшити прибутки бізнесу, оптимізувати витрати часу та підвищити зручність взаємодії з клієнтами. Можна отримати відсоток відсіву, середню тривалість розмови, середній час, який проходить від початку розмови до моменту, коли користувач надає всі свої дані та відсоток невідповідних відповідей, а також відсоток повернення користувача. Всі ці дані будуть потрібні для аналізу роботи чат-бота.

Ця робота складається з таких розділів: вступ та обґрунтування важливості чат-ботів, огляд ринку чат-ботів, способи використання чат-ботів, розробка стратегії залучення потенційних клієнтів за допомогою чат-бота та метрики для вимірювання результатів роботи чат-бота. Завдяки метрикам, можна дослідити чи ефективним буде застосування чат-бота, а також тестувати додаткові методи лідогенерації.

Зроблено висновки щодо стрімкого розвитку інтернет-маркетингу із застосуванням чат-ботів та їх подальший розвиток.

**Ключові слова:** чат-боти, штучний інтелект, розпізнавання природної мови, інтернет-маркетинг, воронка.

O. R. KAPRAL

Lviv Polytechnic National University

ORCID: 0000-0001-9636-0518

M. B. VELYKA

Lviv Polytechnic National University

ORCID: 0000-0001-7915-3488

## THE ROLE OF CHAT-BOTS IN THE ERA OF DIGITALIZATION

This article describes the varieties, principles of using chatbot information technology and focuses on its implementation.

The purpose of the study is a comprehensive approach to creating a strategy for using chatbots in Internet marketing, the feasibility of using chatbots and keeping the user's attention.

The article analyzes the most popular innovative chatbot technology. Such concepts as: chatbot, artificial intelligence, CRM systems are considered and characterized. The application of modern technologies, disadvantages and advantages, risks and opportunities are analyzed. An overview of different types of chatbots was made. The application of the sales funnel using a chatbot is described.

The issue of theoretical and practical application of new technologies in enterprise strategies is considered. Chatbots have been proven to reach and engage a larger audience, increase brand trust, increase business profits, optimize time spent, and improve the convenience of interacting with customers. We'll be able to get bounce rate, average conversation length, average time from the start of the conversation to when the user provides all of their data and the percentage of inappropriate responses, as well as the user bounce rate. All this data will be needed to analyze the work of the chatbot.

This paper consists of the following sections: an introduction and rationale for the importance of chatbots, an overview of the chatbot market, ways to use chatbots, developing a chatbot lead generation strategy, and metrics for measuring chatbot performance. Thanks to the metrics, you can investigate whether the use of the chatbot will be effective, as well as test additional methods of lead generation.

Conclusions were made about the rapid development of Internet marketing using chatbots and their further development.

**Key words:** chatbots, artificial intelligence, natural language recognition, internet marketing, funnel.

### Постановка проблеми

Соціальні мережі є актуальними сучасними інструментами, які дозволяють компаніям покращити свої комерційні онлайн-продажі та взаємовідносини між продавцями та споживачами, але в наш час існує нагальна потреба у використанні передових технологічних інструментів на рівні бізнесу у зв'язку з постійним використанням оцифрування в суспільстві.

Один з таких технологічних інструментів, відомий як чат-бот, здається, є воротами до автоматизації різних процесів, які традиційно виконувалися людьми-працівниками або підприємцями, досягаючи економії витрат і генеруючи високий ступінь задоволеності користувачів і клієнтів.

Чат-боти складаються з програмного забезпечення, яке може встановлювати послідовну бесіду, спрямовану на отримання певного результату, як інструмент, що полегшує роботу людини, з якою він взаємодіє. Метою цих систем є імітація інтелектуального діалогу з людиною-співрозмовником, це може бути текстове повідомлення за допомогою консолі або це може бути голосовий чат [1].

Тому виникає перше питання щодо проблеми, яку ми хочемо вирішити або розв'язати, яка полягатиме в тому, щоб продемонструвати, чи покращить впровадження чат-бота взаємовідносини клієнтів з компанією.

Якщо говорити про те, хто отримає користь від нових результатів нашого дослідження, то в першу чергу це компанії, які не продають свою продукцію в Інтернеті, оскільки дане дослідження може заохотити їх до роботи в Інтернеті. Друга – компанії, які працюють в Інтернеті, але не знайомі з чат-ботами, оскільки це дослідження може відкрити їм переваги цього нового способу залучення та утримання клієнтів, оскільки сьогодні чат-боти можуть слугувати новим способом для клієнтів здійснювати покупки та швидко вирішувати свої сумніви.

Це дослідження робить внесок у сферу комерції онлайн-продажів, оскільки необхідно впроваджувати кращі цифрові рішення для покращення результатів діяльності компаній. Результати цього дослідження можуть спонукати компанії, які продають товари або послуги через Інтернет, використовувати інструмент чат-ботів для покращення захоплення потенційних клієнтів через соціальні мережі. Це дослідження досліджує роль чат-ботів в онлайн-торгівлі та надає емпіричні докази того, як вони сприяють отриманню більшої кількості інформації від клієнтів, особливо шляхом прийняття моделі «стимул-організм-реакція» (SOR) в контексті онлайн-торгівлі.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Останнім часом онлайн-медіа стали частиною повсякденного життя споживачів, оскільки вони використовують Інтернет як для роботи, так і для розваг, а також звертаються до нього для пошуку відповідей на свої запитання. Ці споживачі є активними користувачами, які постійно навчаються для того, щоб приймати рішення про найкращі покупки. Тому наявність присутності в Інтернеті, проведення найбільш успішної стратегії для бізнесу, ефективне управління соціальними мережами та взаємодія з громадою можуть допомогти отримати потенційних клієнтів.

Чат-боти дали можливість скористатися соціальними мережами та отримати диференційовану перевагу на рівні Інтернету порівняно з іншими компаніями, які їх не використовують. Вони безпосередньо взаємодіють з клієнтами та полегшують ініційовану компанією комунікацію. Чат-боти оснащені складними засобами розпізнавання голосу та обробки природної мови, які дозволяють їм розуміти складний і тонкий діалог і відповідати на запити споживачів [1].

Дані Google Trends показують, що за останні п'ять років обсяг пошуку «чат-ботів» зріс у 19 разів, оскільки люди та компанії почали усвідомлювати їх цінність [2].

Основною перевагою порівняно з тим, що було кілька років тому, є те, що компанії прагнуть покращити відкриті інновації за допомогою заходів, які включають інноваційні ресурси та навколишнє середовище кожного регіону. Орієнтація на онлайн-маркетинг дозволяє компаніям пропонувати більш персоналізовані послуги завдяки використанню аналітичних інструментів; таким чином, вони знають свою ціль і здатні спроектувати персону покупця або ідеального клієнта та супроводжувати його по всій воронці продажів.

Компанії інвестують у комунікації для досягнення більш тісних відносин та виявлення каналів взаємодії з обраними компаніями. Потрібні додаткові польові дослідження в кожному каналі відкритих інновацій, на додаток до досліджень для пошуку нових каналів відкритих інновацій.

Віртуальні асистенти та автоматизовані чати або чат-боти дозволяють покращити клієнтський досвід та задовольнити очікування завдяки взаємодії в режимі реального часу.

### Викладення основного матеріалу

Чат-боти – це розмовні механізми, які взаємодіють в режимі реального часу з клієнтами, операторами машин, працівниками технічного обслуговування тощо. Крім того, вони можуть пропонувати розширені діалоги та технологічні розмови з використанням вдосконаленого машинного навчання (ML) та штучного інтелекту (AI). Для цього необхідний автоматизований дизайн для адекватного управління загальними розмовами і зосередження на конкретних питаннях і відповідях відповідно до переслідуваної мети. Вони також можуть імітувати людські розмови за допомогою голосових або текстових команд і використовуються як віртуальні помічники для користувачів. Чат-бот підключається до користувача через інтерфейс, який може бути додатком, веб-сайтом, спливаючим вікном чату або соціальною мережею [1].

Використання чат-ботів може заощадити витрати, запропонувати постійний зв'язок з користувачами, запропонувати послугу на різних мовах, на додаток до поліпшення відносин з клієнтами та зробити їх частиною компанії.

Існує три різних типи чат-ботів:

- На основі правил. Компанія повинна встановити інструкції/правила, яких слід дотримуватися, а клієнти/користувачі повинні обирати серед запропонованих варіантів. Такий чат-бот використовується швидко і має варіанти для клієнта.

- На штучному інтелекті, за допомогою якого він збирає інформацію через розмови з клієнтами. Завдяки цій технології чат-бот може навчатися та надавати власні відповіді.

- Гібридні. Це суміш двох попередніх типів, що поєднує правила та штучний інтелект.

За ці роки на ринку з'явилися різні типи чат-ботів, серед яких найбільш відомими є наступні.

ELIZA – перший чат-бот, представлений на ринку, створений Джозефом Вайценбаумом. Він використовує ключові слова та методи управління інформацією, і коли хтось поставити питання, чат-бот використовує раніше визначені ключові слова, щоб негайно відповісти. Якщо ELIZA не може знайти відповідь, він використовує інші механізми для отримання додаткової інформації від користувача і таким чином здатний продовжити розмову і знайти відповідь.

Cortana створена у 2014 році компанією Microsoft за мотивами відеогри і сумісна з усіма додатками операційної системи Windows.

Alexa, створена компанією Amazon у 2014 році, пропонує користувачам безліч інформації, починаючи від допомоги в пошуку інформації про бажані товари та коментування погоди і закінчуючи запам'ятовуванням важливих дат.

Ці віртуальні додатки починають використовуватися в таких секторах, як охорона здоров'я, банківська справа, освіта та сільське господарство. В Україні чат-боти використовують як систему оповіщення або для збору важливої інформації, яка формує базу для захисту держави. Чат-боти також використовуються у сфері туризму, що є одним з найкращих застосувань для цього інструменту, оскільки вони пропонують клієнтам багато допомоги протягом усього процесу бронювання готелю, перельоту та будь-якого бажаного виду дозвілля [4]. Не менш важливе, вони також застосовуються у сфері електронної комерції, на якій зосереджена ця дослідницька робота, оскільки це дозволяє компаніям відповідати на питання та вирішувати сумніви під час розміщення користувачами замовлень через Інтернет.

Нарешті, важливо поглибити відповідність чат-ботів перспективам бізнесу.

В межах функціональних сфер можна знайти різні пропозиції щодо впровадження чат-ботів. Адаптивність цих систем може бути корисною у відділах кадрів, у фінансовій сфері тощо.

Однак, саме в комерційній сфері ми знаходимо надзвичайно привабливе застосування, а саме в маркетинговій стратегії. Oracle 2016 року повідомили, що понад 70% людей, які взяли участь в опитуванні, сказали, що знайомі їм люди та підприємства вже використовують чат-боти або планують використовувати їх з цією метою у 2020 році.

На основі воронки продажів можна графічно зобразити методичний процес або сукупність процесів, які повинні пройти потенційні клієнти від пошуку до фіналізації замовлення (рис. 1).



Рис. 1. Воронка продажів

Етапи описуються наступним чином:

1. Обізнаність/відкриття: Це перша фаза воронки, на якій потенційні клієнти дізнаються про існування електронної комерції.

2. Зацікавленість: На цьому етапі розглядаються всі стратегії та дії, спрямовані на те, щоб викликати зацікавленість потенційних клієнтів у розгляді електронної комерції як реального варіанту купівлі.

3. Оцінка/намір: Користувач вже розглядав можливість оформлення замовлення через електронну комерцію.

4. Купівля: Нарешті, потенційний клієнт стає клієнтом, зробивши покупку.

5. Лояльність: На цьому етапі клієнт отримує повноваження, відчуває достатнє задоволення і довіру, щоб заохочуватися до повернення.

Як видно, на другій фазі воронки конверсії виникає потреба в отриманні лідів. У цій роботі під лідами розуміються користувачі електронної комерції, які вирішили надати свої основні дані (ім'я, електронну пошту тощо), переходячи від анонімних користувачів до потенційних клієнтів, про яких є достатньо інформації для здійснення майбутніх маркетингових дій.

Для залучення потенційних клієнтів були розроблені пропозиції, які пропонують різну цінність для користувачів.

Доступ до цих пропозицій здійснюється шляхом заповнення форми, за допомогою якої отримується інформація про користувача (лід), з його інтересами, сегментованими за тематикою. Саме тут ми пропонуємо замінити форму на використання чат-бота.

Загальна мета в дослідженні – як чат-боти в електронній комерції можуть збільшити кількість лідів у порівнянні з традиційними методами автоматичної відповіді.

Конкретні завдання полягали в наступному:

- Порівняти ефективність чат-ботів з традиційними методами генерації лідів через показник конверсії (згенерованих лідів) за попередньо визначений період.

- Визначити найбільш відповідну платформу для реалізації.

- Проаналізувати зручність використання платформи для генерації лідів (впровадження, використання, обробка даних та ефективність у встановлених розмовах).

- Розробка та впровадження чат-бота для електронної комерції компанії.

- Оцінити результати впровадження.

Стратегія інбаунд-маркетингу, яка пропонується для оптимізації процесу лідогенерації, полягає в інтеграції чат-бота в сервіс соціальної мережі, включаючи публікацію контенту та автоматизацію маркетингових процесів. Можливості та переваги наведені нижче.

Мета полягала в тому, щоб знайти та порівняти переваги, які може запропонувати чат-бот у порівнянні з традиційним робочим процесом, який до цього часу використовувався для захоплення потенційних клієнтів через форми та подальшого маркетингу електронною поштою, щоб заохотити користувачів пройти через традиційну воронку продажів.

У рамках цієї інтеграції пропонуються наступні заходи для досягнення поставленої мети:

- Проявляти більше особистого та гуманного ставлення.

- Заохочувати більшу залученість.

- Підвищити оперативність.

- Заохочувати інтерактивність.

На основі персони покупця компанія дізнається більше про те, що мотивує клієнта і має набагато чіткіше уявлення про те, який контент він споживає, що йому дійсно потрібно і як до нього отримати доступ. Таким чином, легше зрозуміти реальних споживачів, які готові купувати продукт.

Це дозволить також:

- Збільшити можливості для залучення нових клієнтів. Ця соціальна мережа складається з численних користувачів по всьому світу, які в залежності від цільової аудиторії та характеристик клієнтів, описаних в персоні покупця та карті емпатії, матимуть доступ до реклами продукції та зможуть легко вийти на зв'язок незалежно від місцеперебування компанії.

- Зміцнення відносин з клієнтами. Можна досягти легшої, швидкої та персоналізованої комунікації між компанією та клієнтом, не забуваючи про те, що клієнти проводять більшу частину свого часу, підключені до свого мобільного пристрою, що дозволяє легше залишатися на зв'язку з компанією в реальному часі.

- Зниження витрат на залучення клієнтів. Доручивши чат-боту займатися залученням клієнтів, компанія може витратити менше коштів на переконання клієнтів завершити покупку (CAC), ніж при використанні традиційних методів конверсії.

- Покращити зворотний зв'язок з клієнтами та контроль. Можна вивчати, скільки охоплень досягають пости, як реагують підписники, скільки разів клієнти взаємодіють з компанією.

Існують різні магніти, які компанія може використовувати в залежності від своєї бізнес-моделі, в тому числі наступні:

- Безплатні вебінари.

- Електронні книги.

- Навчальні матеріали, вони можуть допомогти пояснити передплатникам, як правильно користуватися товарами або послугами, які вони купують.

- Безплатний пробні версії, компанія може заохотити передплатників швидко стати клієнтами.



• Редаговані шаблони, можуть бути надані для того, щоб абоненти могли завантажити їх і використовувати з власною інформацією.

• Знижки. Придбання дешевших товарів є широко використовуваним варіантом продажу. Такі знижки надсилаються лише потенційним клієнтам, які підписалися на отримання пропозицій або новин про товари, що пропонуються компанією, для того, щоб дати їм відчуття, що вони особливі і можуть користуватися перевагами за підписку, і у них виникне відчуття винятковості.

• Спеціальні пропозиції. Передплатники отримують ряд переваг перед тими, хто не є передплатниками, і завдяки цьому каналу зможуть дізнаватися про новини раніше за інших.

Для оцінки успіху необхідно визначити, коли буде зрозуміло, що чат-бот виконує функцію, для якої він був запрограмований. Визначити це буде легко, якщо вписати його у воронку продажів [3].

Це може бути встановлений як відсоток конверсії від співвідношення користувачів з рекламної кампанії, які натиснули на оголошення і згодом надали свої дані (ліди).

Щоб порахувати ефективність чат-бота як інструменту лідогенерації, потрібно порівняти вартість ліда та коефіцієнт конверсії до та після впровадження. Для чистоти експерименту варто порівнювати кількість лідів із чат-бота та форми реєстрації.

Вартість ліда після введення чат-бота можна обчислити за формулою:

$$X = (\text{вартість трафіку} + \text{вартість підписки на чат-бот}) / \text{число лідів} \quad (1)$$

% конверсії трафіку в лід після введення чат-бота:

$$\% = (\text{кількість лідів} / \text{кількість трафіку}) * 100 \quad (2)$$

Якщо X нижче, ніж до введення чат-бота, є сенс масштабувати його на інші канали. Якщо X вище, варто спробувати збільшити трафік і тим самим нівелювати вартість передплати на чат-бот платформу. Якщо з додатковим трафіком економіка не виходить у плюс, можливо, чат-бот не є ефективним інструментом лідогенерації у конкретному бізнесі.

Чат-бот може працювати на сайті, у соціальних мережах та месенджерах як додаткове джерело лідогенерації, якщо пропонувати користувачам завантажити гайд або чек-лист в обмін на контактні дані. Щоб оцінити, вигідно це чи ні, потрібно порівняти показник САС (Customer Acquisition Cost, вартість залучення клієнта) з LTV (Lifetime Value, прибутком, який клієнт принесе за весь час, поки користуватиметься продуктами чи послугами компанії). Втім, на показники LTV та САС корисно спиратися і в інших кейсах, оскільки їх порівняння показує окупність та ефективність каналу.

$$\text{САС} = (\text{вартість підписки на чат-бот платформу} + \text{вартість трафіку}) / \text{кількість лідів за звітний період} / (\% \text{ конверсії з ліда}) \quad (3)$$

$$\text{LTV} = \text{середня кількість оплат за життєвий цикл} * \text{середній чек} \quad (4)$$

Якщо САС менше LTV, відмінно – варто продовжувати використовувати чат-боти для лідогенерації. Якщо п більше за LTV, слід збільшити трафік, щоб окупити вартість передплати на платформу чат-ботів. Якщо з додатковим трафіком економіка чат-бота не сходиться, можливо, варто знайти альтернативні канали для додаткової лідогенерації.

З іншого боку існує чотири додаткові варіанти, як якісні, так і кількісні, для аналізу користувацького досвіду:

• Відсоток відсіву: Серед усіх користувачів, які хоча б один раз почали взаємодіяти, кількість тих, хто не завершив заповнення своїх даних.

• Середня тривалість розмови: Середній час, який проходить від початку розмови до моменту, коли користувач надає всі свої дані.

• Відсоток невідповідних відповідей: Від загальної кількості відповідей, які повинен надати користувач, кількість неправильних або наданих не у зазначеному форматі.

• Повернення користувача: Відсоток користувачів, які знову взаємодіють з чат-ботом.

Щоб покращити досвід користувача після введення електронної пошти, необхідно розвивати чат-бот в інших напрямках, наприклад, включити розмовні потоки, пов'язані з вирішенням сумнівів та відповідями на поширені запитання.

Одним з ключових моментів у створенні сприйняття є відсутність повідомлень, які не мають жодної мети для користувача. Були створені лише ті повідомлення, в яких очікується конкретна дія користувача, щоб підтримувати просту і пряму розмову, яка б не змушувала користувача втрачати увагу, а скоріше сприймалася як засіб для досягнення мети.

### Висновки

Використання чат-ботів – це сучасність, ефективність та близькість. Це дозволяє оптимізувати всі процеси компанії, заощаджуючи ресурси та час, знижуючи витрати та підвищуючи якість.

Чат-бот може генерувати більше розмов та отримувати цінну інформацію від споживачів, щоб співробітники компанії могли втрутитися в потрібний момент.

Компанія може вийти на новий рівень і розширити сферу своєї діяльності, тому що працює безперервно 24 години на добу, 365 днів на рік.

Крім того, це дає можливість фільтрувати потенційних клієнтів за рівнем їхньої зацікавленості. Не всі потенційні клієнти з однаковою ймовірністю здійснять покупку. Компанія може знати, на кого витратити більше або менше зусиль для досягнення більшого обсягу продажів, а отже, знизити витрати на залучення потенційних клієнтів.

Чат-боти можуть допомогти клієнтам, які проживають у віддалених районах, отримати належне обслуговування. Вони можуть стати хорошим рішенням для клієнтів, які ставлять схожі запитання, скорочуючи час очікування завдяки швидким, конкретним і простим відповідям. Це може збільшити кількість точок контакту з компанією чим покращить комунікацію. Зменшення часу очікування може сприяти підвищенню довіри клієнтів до компанії.

#### Список використаної літератури

1. Повний посібник з чат-ботів для маркетингу [Електронний ресурс – Режим доступу: <https://sproutsocial.com/chatbots/>] – Дата доступу: 10.10.2022.
2. 5 способів використовувати доповнену реальність у вашій маркетинговій стратегії [Електронний ресурс – Режим доступу: <https://www.smartinsights.com/digital-marketing-platforms/augmented-reality/5-ways-to-use-augmented-reality-in-your-marketing-strategy/>]. – Дата доступу: 11.10.2022.
3. Як використовувати чат-боти для досягнення маркетингових цілей [Електронний ресурс – Режим доступу: <https://www.adjust.com/blog/how-to-use-chatbots-for-marketing/>]. – Дата доступу: 11.10.2022.
4. Відкрийте для себе 6 інноваційних способів використання чат-ботів для маркетингу [Електронний ресурс – Режим доступу: <https://learn.g2.com/chatbots-for-marketing/>] – Дата доступу: 11.10.2022.
5. Переваги чат-ботів [Електронний ресурс – Режим доступу: <https://www.unisender.com/ru/blog/kuhnya/chatboty-vnedrenie/>]. – Дата доступу: 11.10.2022.
6. Коли чат-боти зі штучним інтелектом сприяють більшій задоволеності клієнтів, ніж люди, в першу чергу в допомозі при здійсненні онлайн-покупок? Враховуючи тип атрибутів продукту // Журнал роздрібної торгівлі та побутових послуг 68 103059 – 2022.

#### References

1. The Complete Guide to Chatbots for Marketing [Electronic Resource – Access Mode: <https://sproutsocial.com/chatbots/>] – Access Date: 10/10/2022.
2. 5 ways to use augmented reality in your marketing strategy [Electronic resource – Access mode: <https://www.smartinsights.com/digital-marketing-platforms/augmented-reality/5-ways-to-use-augmented-reality-in-your-marketing-strategy/>]. – Date of access: 11.10.2022.
3. How to use chatbots to achieve marketing goals [Electronic resource – Access mode: <https://www.adjust.com/blog/how-to-use-chatbots-for-marketing/>]. – Date of access: 11.10.2022.
4. Discover 6 innovative ways to use chatbots for marketing [Electronic resource – Mode of access: <https://learn.g2.com/chatbots-for-marketing/>] – Date of access: 11/10/2022.
5. Advantages of chatbots [Electronic resource – Access mode: <https://www.unisender.com/ru/blog/kuhnya/chatboty-vnedrenie/>]. – Date of access: 11.10.2022.
6. When do AI chatbots contribute to greater customer satisfaction than humans, primarily in online shopping assistance? Considering the type of product attributes // Journal of retail trade and consumer services 68 103059 – 2022.

І. М. НАУМУК

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького

ORCID: 0000-0931-1947-1074

О. В. НАУМУК

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького

ORCID: 0000-0931-1947-1074

## ОСОБЛИВОСТІ НАЛАШТУВАННЯ СИСТЕМИ ZABBIX ДЛЯ МОНІТОРИНГУ МЕРЕЖЕВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

*Перехід закладів вищої освіти України до роботи в режимі онлайн спричинив бурхливий розвиток і впровадження у роботу різноманітних онлайн-сервісів та служб, які викладачі використовують для проведення різного роду занять.*

*Існують різноманітні сервіси, які рекомендовані міністерством освіти і науки України, і сервіси, що випробовують у тестовому режимі заклади вищої освіти та викладачі, через що можуть виникати технічні проблеми різного роду. Окрім того, якість роботи будь-яких сервісів, які використовуються в закладах освіти, залежить від стану матеріально-технічної бази, залежностей, високого рівня доступності. Для визначення характеру і джерела проблеми у роботі інформаційних служб необхідно впровадження системи для проведення збору даних, визначенні метрик та відповідних автоматичних дій або відправленні сповіщень відповідальним фахівцям. Результати аналізу отриманих даних надають можливість виявлення слабких місць у роботі будь-якої служби мережевої інфраструктури, визначати попит та важливість окремих служб та сервісів, що забезпечують функціонування інформаційного забезпечення роботи закладу освіти, а також дозволять приймати аргументовані рішення, щодо визначення місця розгортання сервісу (на власному сервері чи у хмарі), ефективності роботи сервісу протягом певного часу (налаштування роботи у певні години, чи повному видаленні сервісу, як такого що не використовується, або не є визначним та критичним для функціонування системи загалом). Таким чином наявність системи для моніторингу інформаційної інфраструктури закладу вищої освіти є одним із пріоритетних напрямів дослідження. У статті наведено приклад встановлення та налаштування серверу та клієнта Zabbix, а також приклад налаштування моніторингу сервера під управління операційної системи Linux, встановлення додаткових шаблонів для моніторингу роботи веб-серверу і роботи сервісу ssh.*

**Ключові слова:** інформаційна інфраструктура закладу вищої освіти, служба моніторингу Zabbix, налаштування сервера та клієнта zabbix.

I. M. NAUMUK

Bogdan Khmelnsky Melitopol State Pedagogical University

ORCID: 0000-0931-1947-1074

O. V. NAUMUK

Bogdan Khmelnsky Melitopol State Pedagogical University

ORCID: 0000-0931-1947-1074

## FEATURES OF ZABBIX SYSTEM SETUP FOR MONITORING NETWORK INFRASTRUCTURE INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION

*The transition of higher education institutions of Ukraine to work online has caused a rapid development and implementation of various online services and services that teachers use to conduct various classes.*

*There are various services that are recommended by the Ministry of Education and Science of Ukraine, and services that are tested in the test mode by higher education institutions and teachers, due to which technical problems of various kinds may arise. In addition, the quality of work of any services used in educational institutions depends on the state of the material and technical base, dependencies, and a high level of availability. To determine the nature and source of the problem in the work of information services, it is necessary to implement a system for collecting data, determining metrics and corresponding automatic actions or sending notifications to responsible specialists. The results of the analysis of the received data provide an opportunity to identify weak points in the operation of any network infrastructure service, to determine the demand and importance of individual services and services that ensure the functioning of the information support of the work of an educational institution, and also allow to make reasoned decisions regarding the location of the deployment of the service (on own server or in the cloud), the efficiency of the service during a certain time (setting up work at certain hours, or completely removing the service, as it is not used, or is not significant and critical for the functioning of the system in general). Thus, the availability of a system for monitoring the information infrastructure of a higher education institution is one of the priority areas of research. The article provides an example of installing and configuring the Zabbix server and client, as well as an example of configuring server monitoring under the control of the Linux operating system, installing additional templates for monitoring the operation of the web server and the operation of the ssh service.*

**Key words:** information infrastructure of higher education institutions, Zabbix monitoring service, zabbix server and client configuration.

### Постановка проблеми

Нині існує велика кількість різноманітних програмних засобів та систем для моніторингу та аналізу роботи мережевої інфраструктури, що дозволяють відстежувати поточний стан обладнання, а на основі аналізу здійснювати кроки з підвищення надійності та безпеки мережевої інфраструктури.

Перехід до активного впровадження дистанційних технологій навчання призвів до збільшення кількості користувачів інформаційних систем навчальних закладів [4]. Науковцями, педагогами, програмістами були створені засоби, що посідають чільне місце у системі підтримки е-навчання: електронні підручники, експертні системи, електронні навчально-методичні комплекси, системи управління навчанням (LMS), масові відкриті онлайн курси тощо. Визначальною рисою усіх згаданих засобів є надання доступу до навчальних ресурсів через мережу Інтернет. Технологічною основою сучасних засобів навчання є мережні технології, розвиток яких відбувається у напрямі надання віддаленого доступу до інформаційних (навчальних) та обчислювальних ресурсів. Існуючі інформаційно-освітні ресурси активно розвиваються, стрімко розширюється коло їх користувачів, подальшого розвитку набувають засоби, технології, інфраструктури корпоративних комп'ютерних мереж [1, 3].

Зокрема, трендом сьогодення у галузі інформаційних технологій є доступ та використання обчислювальних ресурсів за вимогою (on-demand computing). Зазначений підхід описує концепція хмарних технологій. Ця концепція змінює існуючі уявлення щодо організації доступу та інтеграції додатків, тому виникає можливість управління більшими інформаційними інфраструктурами, у яких можна створювати і використовувати як індивідуальні, так і колективні «хмари» [2].

Саме тому, на основі аналізу отримуваних даних існуючих систем з моніторингу та аналізу мережевої інфраструктури, необхідно обрати систему, що буде задовольняти вимогам до якості роботи мережі та відповідати обчислювальним можливостям існуючої матеріально-технічної бази. Таким чином якісна організація роботи обчислювальної мережі, своєчасне оновлення та усунення проблем у роботі мережевого устаткування, будь-якої установи є першочерговим завданням та потребує значної уваги.

Вивченням напрямів, щодо удосконалення інформаційно-технологічної складової установ висвітлені у працях Бикова В., Гуревича Р., Морзе Н., Спіріна О., та ін. Практичним розробкам у галузі роботи мережевої інфраструктури присвячені праці Вінника М., Копейка О., Олексюка В., Павленка М., Співаковського О., Тарасіча Ю. та інших.

**Мета статті** полягає у демонстрації роботи системи Zabbix на прикладі додавання засобів моніторингу роботи сервісів серверу, як отримані дані можуть бути використані для вирішення існуючих проблем та підвищення продуктивності мережевої інфраструктури ЗВО.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Більшість організацій часто нехтують таким компонентом ІТ інфраструктури, як моніторинг різних вузлів локальної мережі. Проте, у наш час, збитки що завдаються під час простоювання, через слабку відмовостійкість інформаційної інфраструктури є визначальним фактором існування підприємства. Тому впровадження системи сповіщень, своєчасна локалізація та усунення критичних проблем є фактором для існування будь-якої організації загалом. Заклад вищої освіти є складною системою, елементи якої мають складні взаємозв'язки та тісно переплітаються з інформаційно-технічними засобами, робота яких інколи залежить один від одного. Враховуючи сучасне положення у країні: аварійні відключення електроенергії, перебої у роботі мережі, проблема своєчасного інформування про доступність власних сервісів, для інформування студентів та викладачів, завантаженість серверів у різний час, якими користуються для проведення занять, стан систем зберігання даних, які використовуються для зберігання навчальних матеріалів, на власних серверах ЗВО є вкрай критичним та важливим.

У сучасних умовах впровадження та ефективного використання ІТ ставить перед керівниками ВНЗ завдання вирішення низки проблем, об'єднання яких дає нам можливість з'ясувати одне з головних питань, а саме – задоволеність адміністрації освітньої установи результатами інвестування в інформаційні технології. Кожен навчальний заклад є складною комплексною системою, що управляє різними активами, які, у свою чергу, вимагають правильного розподілу [5, 6]. Впровадження та правильне налаштування системи моніторингу надає додаткові можливості фахівцям приймати відповідальні рішення для підтримки роботи сервісів, але варто зауважити, що на початковому етапі збору та аналізу інформації в системі моніторингу збільшується кількість робочих годин, через помилки, що ігнорувалися або були непомічені до цього часу.

Встановлення системи Zabbix-серверу для моніторингу та збору даних щодо роботи мережевої інфраструктури може бути виконано чотирма способами: установка з пакетів; завантаження найновішого архіву з вихідними кодами і самостійне їх збирання; встановлення з контейнерів; завантаження рішення віртуалізації, тобто віртуального комп'ютера з налаштованою системою [7].

Zabbix SIA постачає офіційні RPM і DEB пакети для: Red Hat Enterprise Linux / CentOS, Debian / Ubuntu. Файли пакетів доступні за адресою [repo.zabbix.com](http://repo.zabbix.com). Репозиторії yum і apt також доступні на сервері.

Таблиця 1

## Системні вимоги системи моніторингу Zabbix

Платформа	CPU / Пам'ять	База даних	Кількість вузлів мережі
CentOS	Віртуальна машина	MySQL InnoDB	20
CentOS	2 ядра CPU / 2ГБ	MySQL InnoDB	500
RedHat Enterprise Linux	4 ядра CPU / 8ГБ	RAID10 MySQL InnoDB или PostgreSQL	>1000
RedHat Enterprise Linux	8 ядер CPU / 16ГБ	Быстрый RAID10 MySQL InnoDB или PostgreSQL	>10000

При встановленні операційної системи необхідно встановити сервер LAMP, та завантажити пакет, який додасть репозиторій для Zabbix сервера.

По завершенні перевірки усіх налаштувань, необхідно запустити власне Zabbix-сервер та перевірити статус:

```
$ sudo service zabbix-server start
```

```
$ sudo service zabbix-server status
```

Наступним кроком необхідно сконфігурувати веб-сервер, а саме змінити часовий пояс на Kyiv/Ukraine, за що відповідає параметр data.timezone у файлі /etc/apache2/conf-enabled/zabbix.conf та перезавантажити веб-сервер Apache.

Далі необхідно відкрити веб-консоль Zabbix за адресою веб-серверу. За допомогою майстра налаштування необхідно буде вказати параметри для інсталяції Zabbix-серверу.

Наступним кроком необхідно виконати встановлення агентів Zabbix. Розглянемо варіант встановлення агента Zabbix під операційною системою Linux та Windows. Перед початком встановлення Zabbix-агента під операційною системою Linux, необхідно перевірити наявну версію в репозиторії, у разі якщо версія нижче 3.0, необхідно завантажити останню з офіційного сайту та встановити:

```
$ cd /tmp/
```

```
$ wget http://repo.zabbix.com/zabbix/3.0/ubuntu/pool/main/z/zabbix-release/zabbix-release_3.0-1+trusty_all.deb
```

```
$ sudo dpkg -i zabbix-release_3.0-1+trusty_all.deb
```

```
$ sudo apt-get update
```

```
$ sudo aptitude show zabbix-agent
```

```
$ sudo aptitude install zabbix-agent
```

По завершенні інсталяції, необхідно відредагувати конфігураційний файл Zabbix-агента /etc/zabbix/zabbix\_agentd.conf, вказати розташування Zabbix-сервера у мережі та перезавантажити службу.

Для підключення клієнта до системи аналізу та моніторингу Zabbix, необхідно увійти до системи через веб-інтерфейс обрати пункт /Configuration/Hosts/ та натиснути на кнопку Create host. У вікні, що з'явиться необхідно вказати ім'я хоста, групу до якої він належить, доменне ім'я та опис (рис. 2).

Для встановлення та налаштування Zabbix-агента під операційною системою Windows Server 2012 R2 необхідно завантажити відповідний агент з офіційного сайту розробників та розпакувати його. У командному рядку, який запущено від імені адміністратора системи необхідно виконати команду: zabbix\_agentd.exe – -install.

Для початку роботи агента, необхідно у панелі керування Windows Server запустити службу Zabbix agent. Однією із особливостей є те, що Zabbix-агент можна встановити навіть якщо Windows Server встановлений у режимі Core. Конфігураційний файл агента знаходиться за замовчуванням C:\zabbix\_agentd.conf. Внесення змін відбувається аналогічним чином, як і у випадку хостів під керуванням операційної системи Linux, при збереженні конфігураційного файлу необхідно змінити його ім'я на zabbix\_agentd.conf, перезавантажити службу Zabbix agent та додати правило, що дозволяє здійснювати обмін даними за протоколом TCP порт 10050 до Windows Firewall. Новий хост, під керуванням операційної системи Windows Server 2012 R2, додається до системи Zabbix аналогічним чином. Моніторинг та сповіщення про роботу хостів здійснюється за умови, коректного налаштування шаблонів та тригерів.

Система аналізу та моніторингу мережевої інфраструктури Zabbix надає широкі можливості для своєчасного виявлення та усунення проблем у роботі мережі. Одним із головних етапів є налаштування елементів даних, проте враховуючи підтримку найбільш розповсюджених операційних систем, розробники заздалегідь підготували шаблони елементів даних.

Для моніторингу хостів мережевої інфраструктури необхідно застосувати шаблони елементів даних до хостів, які були підключені до системи. Застосування шаблону необхідно обрати хост Linux-Client, перейти до шаблонів, вкладка Templates, обрати шаблон «Template SO Linux» та натиснути кнопку Update. Без застосування шаблону або шаблонів на конкретний хост жодні параметри піддаватися моніторингу не будуть.

Тепер при поверненні на вкладку Hosts (рис. 2) можна побачити, що індикатор ZBX має зелений колір, це означає, що Zabbix сервер та агент взаємодіють між собою. Також змінилися показники Items і Triggers, через застосування шаблону для операційної системи Linux, таким чином система повідомляє про моніторинг компонентів операційної системи.



Рис. 1. Створення хоста у системі Zabbix

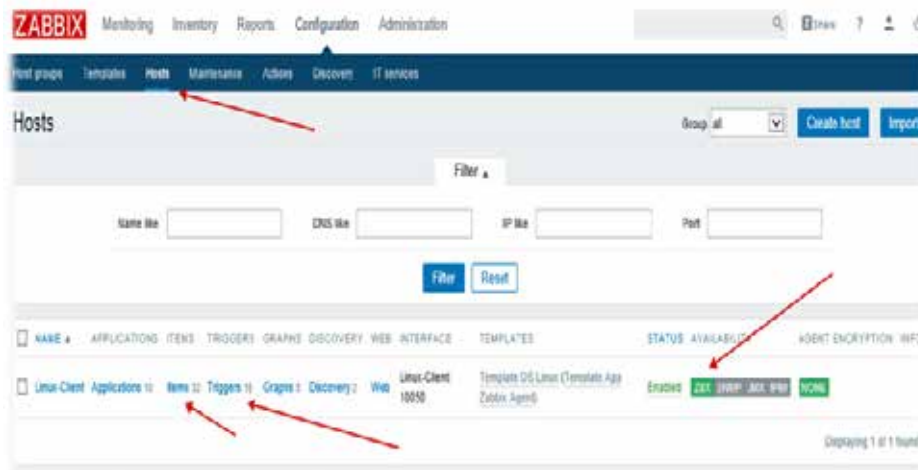


Рис. 2. Застосування шаблону до хостів у системі Zabbix

Окрім стандартних параметрів можна власноруч додавати необхідні елементи. Для додавання шаблону, який буде відстежувати роботу служби SSH необхідно обрати елемент Items і обрати шаблон Template App SSH Service (рис. 3). Для перевірки роботи зупинимо службу SSH на сервері Zabbix у результаті на головній панелі системи з'явиться повідомлення, яке буде виглядати наступним чином (рис. 4).

Аналогічним чином застосовуються відповідні шаблони «Template OS Windows» для операційних систем сімейства Windows.

У системі сповіщення існують декілька шаблонів повідомлень, а також є можливість виконувати різноманітні скрипти, що можуть бути виконані у залежності від певної події.

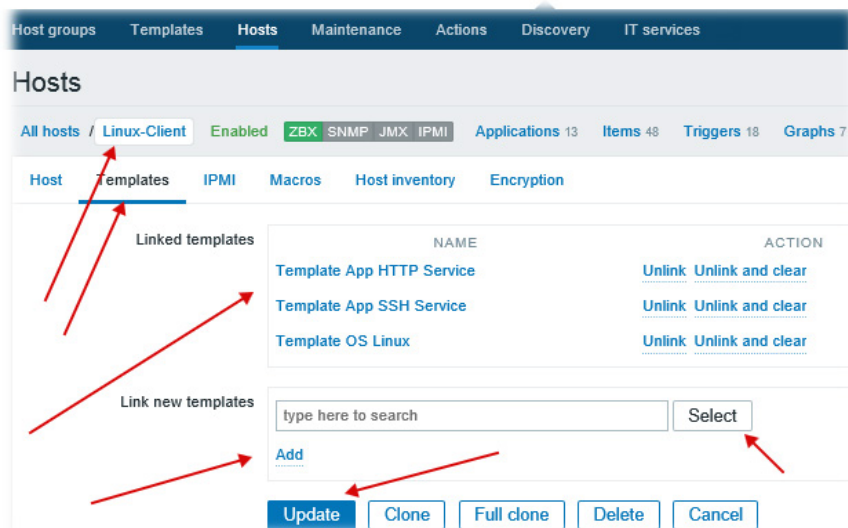


Рис. 3. Додавання шаблону Template App SSH Service



Рис. 4. Сповіщення про зупинку служби SSH

Організація повідомлень через електронну пошту здійснюється шляхом обору необхідного шаблону та відповідних налаштувань SMTP серверу (рис. 5). На останньому кроці, у вкладці Action необхідно увімкнути e-mail повідомлення для користувачів та груп, яким буде надсилатися повідомлення у разі необхідності. У разі вимкнення служби, для якої створено тригер, наприклад зупинка роботи служби SSH, адміністратор та усі користувачі, отримають повідомлення, тема якого буде починатися з «PROBLEM», а після двокрапки опис події. При відновленні роботи служби, у разі відповідних налаштувань буде відправлено повідомлення тема якого буде починатися з «OK» та опису події.

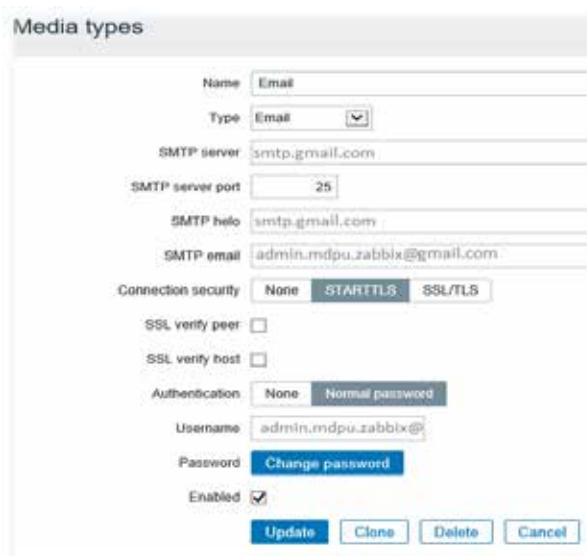


Рис. 5. Налаштування відправки e-mail повідомлень

Також можна налаштувати текст повідомлення для різноманітних станів служби або сервісу, таких як: не класифіковані, інформаційні, попередження, відмова та інші, повідомлення можуть надсилатися через sms, Jabber, Telegram та інші сервіси. Таким чином за умови необхідних налаштувань можна отримувати інформацію щодо змін у роботі IT-інфраструктури.

### Висновки

Постійне збільшення інформаційного забезпечення будь-якої установи ускладнюється його підтримка і діагностування виникаючих проблем, що входить до кола обов'язків системного адміністратора. Найбільш складно діагностувати проблеми у мережі великих організацій, де вузли розосереджені по великій кількості об'єктів, далеко віддалених один від одного, або знаходяться у різних датацентрах. Стрімкий перехід до змішаної форми навчання і залучення усіх можливих засобів та пошук нових, таких як засоби балансування навантаження, VPN, проху-сервери, кешуючі сервери, сервери потокових даних, які окрім додаткових можливостей спричинили і появу додаткових і проблем, діагностика яких може бути здійснена лише за наявності відповідних аналітичних інструментів. З цієї причини IT-фахівець для спрощення процесу діагностування "вузьких" місць у роботі інформаційної інфраструктури повинен заздалегідь підготувати методи і засоби для отримання аналітичних даних, діагностики, вивчення особливостей функціонування мережі, для пошуку та своєчасного усунення проблем до їх появи. Щоб оцінити якість роботи мережі, необхідно не тільки провести аналіз функціонування всіх її компонентів, але й правильно узагальнити і інтерпретувати статистику спостережень і отримані результати діагностики.

### Список використаної літератури

1. Биков В. Ю. Хмарна комп'ютерно-технологічна платформа відкритої освіти та відповідний розвиток організаційно-технологічної будови IT-підрозділів навчальних закладів [Електронний ресурс] / Биков В.Ю. // Научные журналы НТУ «ХПИ»: Теория и практика управления социальными системами № 1 – НТУ «ХПИ», 2013. – Режим доступа: [http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Наукова\\_періодика/Tipuss/2013\\_1/Byk.pdf](http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Наукова_періодика/Tipuss/2013_1/Byk.pdf).
2. Биков В.Ю. ИКТ-аутсорсинг і нові функції ИКТ-підрозділів навчальних закладів і наукових установ / В.Ю. Биков // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2012. – № 4.
3. Олексюк, В. П. «Проектування моделі хмарної інфраструктури ВНЗ на основі платформи Apache Cloudstack». *Інформаційні технології і засоби навчання* 54, вип. 4 (2016): 153-164.
4. Павленко, М. П.; Павленко, Є. М. Підходи до використання систем моніторингу іт-компонентів у закладах освіти. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку, 139.
5. Співаковський, О. В.; Вінник, М. О.; Тарасіч, Ю. Г. Побудова ИКТ інфраструктури ВНЗ: проблеми та шляхи вирішення. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2014, 39, вип. 1: 99-116.
6. Співаковський О.В. Управління ИТ-активами в контексті синхронізації іншими ключовими активами університету.: Монографія.-Херсон:Айлант, 2012. 120 с.:іл.
7. Zabbix Appliance / Zabbix Documentation 5.0 [Електронний ресурс] – Режим досутупу: <https://www.zabbix.com/documentation/5.0/manual/appliance>.

### References

1. Bikov V.Ju. Cloud computing and technological platform of open education and corresponding development of the organizational and technological structure of IT departments of educational institutions Scientific journals of KhPI National Technical University: Theory and practice of management of social systems No. 1 – KhPI National Technical University, 2013. Available at: [http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Naukova\\_periodika/Tipuss/2013\\_1/Byk.pdf](http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Naukova_periodika/Tipuss/2013_1/Byk.pdf).
2. Bikov V.Ju. ICT outsourcing and the new features of ICT departments of educational and scientific institutions / V.Ju. Bikov // Informacijni tehnologiji i zasobi navchannja. – 2012. – № 4 (in Ukrainian). doi: 10.14308/ite.
3. Oleksyuk V. P. Designing a model of the cloud infrastructure of universities based on the Apache Cloudstack platform. *Information technologies and teaching aids* 54, 2016, no. 4, pp. 153-164.
4. Pavlenko M. P., Pavlenko E. M. Approaches to the use of it-component monitoring systems in educational institutions. *Automation and computer-integrated technologies in production and education: status, achievements, development prospects*, 2022, pp. 139-140.
5. Spivakovsky O. V., Vinnyk M. O., Tarasich Yu. G. Construction of ICT infrastructure of universities: problems and solutions. *Information technologies and teaching aids* 39, 2014, no. 1, pp. 99-116.
6. Spivakovskiy O.V. It Asset Management in the context of synchronization other key assets of the University. *Monograph*. – Kherson: Ajlant, 2012. – 120s.:il.(in Ukrainian).
7. Zabbix Appliance / Zabbix Documentation 5.0, Available at: <https://www.zabbix.com/documentation/5.0/manual/appliance>.



О. В. ОЛЬХОВСЬКА

Полтавський університет економіки і торгівлі

ORCID: 0000-0001-5366-5995

Д. М. ОЛЬХОВСЬКИЙ

Полтавський університет економіки і торгівлі

ORCID: 0000-0003-0313-6977

О. О. ЧЕРНЕНКО

Полтавський університет економіки і торгівлі

ORCID: 0000-0002-9084-0999

О. Г. ОРІХІВСЬКА

Полтавський університет економіки і торгівлі

ORCID: 0000-0003-2775-0832

О. Ю. СОБІБОРЕЦЬ

Полтавський університет економіки і торгівлі

ORCID: 0000-0003-1996-3301

## ТЕХНОЛОГІЯ ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ТРЕНАЖЕРУ З ТЕМИ «СИСТЕМИ ЧИСЛЕННЯ, АРИФМЕТИЧНІ ОПЕРАЦІЇ В РІЗНИХ СИСТЕМАХ ЧИСЛЕННЯ» ДИСЦИПЛІНИ «АРХІТЕКТУРА ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ»

У даній роботі розглядається технологія розробки програмного забезпечення, а саме, розробка ефективної програми-тренажеру з теми «Системи числення, арифметичні операції в різних системах числення». Для програмної реалізації програми-тренажеру було обрано мову програмування Visual Basic середовища програмування Visual Studio. Для розробки дизайну, графічних елементів, вікон, кнопок, логотипів, ярлика програми використано професійний графічний редактор Adobe Photoshop. Навчальні тренажери дисциплін розробляються з метою покращення якості освіти у вищих навчальних закладах, підвищують ефективність самостійної роботи, дозволяють попрацювати практично та добре закріпити матеріал лекцій. Тренажери набувають все більшої необхідності під час воєнного стану та освіти за дистанційними технологіями, для їх роботи потрібен лише комп'ютер або ноутбук з операційною системою Windows. У роботі проведено детальний опис розробленого програмного продукту, який допомагає студентам краще запам'ятати теоретичний матеріал, за допомогою тестування з теорії теми, а потім, є можливість закріпити цей матеріал практично, виконуючи завдання. Створений навчальний тренажер має лекційний матеріал з теми, сім теоретичних та сім практичних завдань, спливаючі підказки. Після проходження завдань для зручності користувачу виводиться вікно з результатами тренінгу, на цьому вікні є: поточна дата та час, ім'я, прізвище, група, кнопка, яка реалізує збереження результатів тренінгу в текстовий документ; кнопка, яка відкриває файл з результатами тренінгу; та кнопка, яка реалізує друк результатів на принтері. За допомогою представленого програмного продукту в користувачів є можливість за дистанційними технологіями ознайомитись та вивчити матеріал з теми, перевірити свої знання за допомогою тесту, закріпити навички практичними задачами. Для роботи даного програмного забезпечення інтернет не потрібен. Програмна реалізація таких навчальних тренажерів - досить актуальне на даний час завдання; використовуючи їх, користувачі можуть знаходитись будь-де, вдома, в укріпті, в безпечному місці.

**Ключові слова:** програма-тренажер, системи числення, арифметичні операції в різних системах числення.

O. V. OLHOVSKA

Poltava University of Economics and Trade

ORCID: 0000-0001-5366-5995

D. M. OLHOVSKY

Poltava University of Economics and Trade

ORCID: 0000-0003-0313-6977

O. O. CHERNENKO

Poltava University of Economics and Trade

ORCID: 0000-0002-9084-0999

O. H. ORIHIVSKA

Poltava University of Economics and Trade

ORCID: 0000-0003-2775-0832

O. Yu. SOBIBORETS

Poltava University of Economics and Trade

ORCID: 0000-0003-1996-3301

## TECHNOLOGY OF THE SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE EXERCISE ON THE SUBJECT "NUMBER SYSTEMS, ARITHMETIC OPERATIONS IN DIFFERENT NUMBER SYSTEMS" OF THE DISCIPLINE "COMPUTER SYSTEMS ARCHITECTURE"

This paper examines the technology of software development, namely the development of an effective exercise program on the topic "Number systems, arithmetic operations in different number systems." The Visual Basic programming

language of the Visual Studio programming environment was chosen for the software implementation of the simulator. The professional Adobe Photoshop graphic editor was chosen to develop the design, graphic elements, windows, buttons, logos, and program shortcut. Training simulators of disciplines are developed with the aim of improving the quality of education in higher educational institutions, increase the efficiency of independent work, allow you to work practically and consolidate the lecture material well. Simulators are becoming increasingly necessary during martial law and remote education, requiring only a computer or laptop with a Windows operating system to operate. The work provides a detailed description of the developed software product, which helps students to better remember the theoretical material, with the help of testing on the theory of the topic, and then, there is an opportunity to consolidate this material practically by performing practical tasks. The created educational simulator has lecture material on the topic, seven theoretical and seven practical tasks, pop-up hints. At the end of the simulator, after completing the tasks, a window with training results is displayed for the user's convenience, this window contains: current date and time, first name, last name, group, a button that implements saving the training results in a text document, a button that opens a file with results training and a button that implements printing of results on the printer. With the help of the presented software product, users have the opportunity to familiarize themselves with and study the material on the topic using remote technologies, test their knowledge with the help of a test, and consolidate their skills with practical task. The Internet is not required for this software to work. The software implementation of such training programs is a very necessary and relevant task at the moment, using them users can be anywhere, at home, in a shelter, in a safe place.

**Key words:** exercise program, number systems, arithmetic operations in different number systems.

### Постановка проблеми

Введення воєнного стану внесло важливі зміни в усі сфери життя. Безумовно ці зміни торкнулися й навчального процесу у вищих навчальних закладах. Онлайн-освіта, самоосвіта під контролем фахівця при наявності інтернет-з'язку прийшли на зміну традиційному навчанню. Сьогодні навчання за дистанційними технологіями широко доступне по всій Україні. Сучасне дистанційне навчання вимагає від працівників МОН адаптації до нових складних ситуацій. Своєчасне впровадження дистанційного навчання та розробка навчальних тренажерів максимально захищає студентів, викладачів та інших учасників освітнього процесу. Впровадження дистанційного навчання та програмна реалізація тренажерів в умовах воєнного часу забезпечує доступ до вищої освіти студентам [1].

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

В рамках підготовки бакалаврських та магістерських робіт здобувачами освіти під керівництвом викладачів розроблено та впроваджено в навчальний процес багато тренажерів з різних дисциплін для студентів спеціальності «Комп'ютерні науки». Навчальні тренажери зарекомендували себе досить позитивно. Дистанційні курси продовжують наповнюватися новим програмним забезпеченням. Враховуючи той факт, що навчальна програма-тренажер з теми «Системи числення, арифметичні операції в різних системах числення» відсутня, актуальною є розробка програмного забезпечення з даної теми.

### Мета роботи

Розробити навчальний тренажер з теми «Системи числення, арифметичні операції в різних системах числення», продукт який значно покращить якість освіти студентів вищих навчальних закладів за дистанційними технологіями [2].

### Виклад основного матеріалу

Розробка програмного забезпечення почалась з складання блок-схеми алгоритму. По алгоритму користувач запускає тренажер в операційній системі Windows, відкривається домашнє вікно, в користувача є вибір, розпочати тренінг зараз чи переглянути теоретичний матеріал з теми. Якщо користувач вибирає перегляд теоретичного матеріалу, то після перегляду завжди є можливість в будь-який момент повернутись на домашню сторінку програми.

Якщо користувач вибрав варіант «Розпочати тренінг!», то після натискання цієї кнопки користувачу відкривається вікно, де він має можливість зареєструватись, ввівши з клавіатури своє ім'я, прізвище, групу. Якщо при реєстрації користувач не заповнив хоча б одне текстове поле, то виведеться спливаюче вікно-підказка з надписом «Помилка! Щоб розпочати тренінг, необхідно уважно заповнити у формі всі поля достовірними даними».

Після реєстрації слідують запитання, сім теоретичного та сім завдань практичного характеру, розділених на два окремі блоки.

Переглянемо детальніше питання, які включені в перший теоретичний блок:

**1 Питання.** «Система числення – це...?»

Варіанти відповідей:

1. Сукупність правил віднімання, додавання, множення, та ділення.
2. Сукупність мов різних народів.
3. Сукупність цифр.
4. Сукупність способів і засобів запису чисел для проведення підрахунків.

**2 Питання.** «У позиційних системах числення основа системи числення – це...?»

Варіанти відповідей:

1. Величина, що дорівнює максимальній кількості знаків, що використовуються для запису числа.
2. Цифри 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.
3. Правила арифметичних дій.
4. Числовий розряд.

**3 Питання.** «Системи числення поділяються на: »

Варіанти відповідей:

1. Позиційні і непозиційні.

2. Цифрові і символні.
3. Стандартні і нестандартні.
4. Числові і описові.

**4 Питання.** «Римська система числення є:»

Варіанти відповідей:

1. Уніарною.
2. Непозиційною.
3. Позиційною.
4. Символьною.

**5 Питання.** «Серед перерахованих систем числення виберіть позиційну:»

Варіанти відповідей:

1. Алфавітна.
2. Вісімкова.
3. Одинична.
4. Вавилонська.

**6 Питання.** «Приклад адитивної системи числення:»

Варіанти відповідей:

1. Двійкова.
2. Десяткова.
3. Шістнадцяткова.
4. Римська.

**7 Питання.** «Щоб перевести число з десяткової системи числення в будь-яку, потрібно...»

Варіанти відповідей:

1. Це число помножити на основу системи числення, в яку переводимо число.
2. Від цього числа відняти основу системи числення, в яку переводимо число.
3. Це число поділити на основу системи числення, в яку переводимо число.
4. До цього числа додати основу системи числення, в яку переводимо число.

У випадку, якщо користувач обирає неправильний варіант відповіді, то йому висвітиться спливаюче вікно з міні підказкою «Вибрана Вами відповідь невірна!...текст підказки...».

В іншому випадку, якщо користувач обрав правильний варіант відповіді, йому висвітиться інше спливаюче вікно, на якому буде написано «Вітаю! Ваша відповідь вірна! Перейдіть, будь-ласка, до наступного питання». Після цього в користувача є можливість перейти на наступне питання та продовжити тренінг.

Можливий випадок, коли користувач взагалі не обрав жодного варіанту відповіді і натиснув на кнопку наступного питання, тоді йому висвітиться інше вікно з повідомленням: «Питання заблоковано! Щоб перейти до наступного питання, будь-ласка, виберіть правильну відповідь на поточне питання», тобто лише після вибору одного правильного варіанта відповіді користувач може перейти на наступне питання.

Після успішного проходження теоретичного блоку з семи питань, користувачеві відкривається перше практичне завдання, яке вже відноситься до другого практичного блоку. Розглянемо частину завдань з практичного блоку тренінгу [3, 10].

**8 Питання.** «Заповніть, будь-ласка, алфавіт цифр систем числення:»

Користувачеві висвічується практичне завдання з таблицею, яку необхідно правильно заповнити (рис. 1).

Система числення	Основа	Алфавіт цифр
Двійкова	2	0,1
Вісімкова	8	Введіть, будь-ласка, вірну відповідь
Десяткова	10	Введіть, будь-ласка, вірну відповідь
Шістнадцяткова	16	Введіть, будь-ласка, вірну відповідь

Рис. 1. Практичне завдання 1

У випадку, якщо користувач заповнив неправильно комірки таблиці, йому висвітиться спливаюче вікно з міні підказкою «Відповідь невірна! Оскільки: ...текст підказки...».

В іншому випадку, якщо користувач заповнив правильно комірки таблиці, йому висвітиться інше спливаюче вікно, на якому буде написано «Вітаю! Ваша відповідь вірна! Перехід до наступного питання виконається автоматично». Після цього програмний продукт через дві секунди перейде на наступне питання.

У наступних практичних завданнях 9-14 користувачу потрібно додавати, віднімати, множити числа в різних системах числення, записуючи відповіді в комірки.

**9 Питання.** «Виконайте додавання чисел 1045 та 3151 в вісімковій системі числення».

Якщо користувач заповнив неправильно комірки завдання, йому висвітиться спливаюче вікно з міні підказкою «Відповідь невірна! Якщо додати 5 та 5, то за правилами додавання вісімкових чисел, відповідь буде 10 (8+2), враховуючи перенесення розряду, правильна відповідь буде 2».

Якщо додати 4 та 1, то за правилами додавання вісімкових чисел, враховуючи 1 з попереднього розряду, правильна відповідь буде 6.

Якщо додати 0 та 1, то за правилами додавання вісімкових чисел, правильна відповідь буде 1.

Якщо додати 1 та 3, то за правилами додавання вісімкових чисел, правильна відповідь буде 4».

В іншому випадку, якщо користувач заповнив правильно комірки таблиці, йому висвітиться інше спливаюче вікно, на якому буде написано «Вітаю! Ваша відповідь вірна! Перехід до наступного питання виконається автоматично».

Після успішного проходження обох блоків завдань відкривається підсумкове вікно тренажеру з результатами тренінгу. На цьому вікні є поточна дата та час, ім'я, прізвище, група, кнопка, яка реалізує збереження результатів тренінгу в текстовий документ; кнопка, яка відкриває файл з результатами тренінгу та кнопка, яка реалізує друк результатів на принтері; кнопка, за допомогою якої можна пройти тренінг ще раз для більш кращого закріплення знань з теми.

Після складання алгоритму роботи тренажеру починається програмна реалізація програмного продукту в середовищі програмування Visual Studio. Створюється проект Windows Forms. Далі на домашню форму та на інші форми, кнопки, логотипи, графічні елементи додатку додається раніше розроблений дизайн в редакторі Adobe Photoshop.

Далі розробляється функціонал навчального тренажеру. Функціонал кнопки «Розпочати тренінг!» складається з події *Click* та методу *Show*. Після натискання цієї кнопки користувачу відкривається *Form18*, тобто форма реєстрації студента. Програмний код кнопки «Розпочати тренінг!» виглядає наступним чином:

```
Private Sub PictureBox2_Click_1(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles PictureBox2.Click
    Form2.Show ()
End Sub
```

Кнопка, яка відповідає за відкриття теоретичного матеріалу по функціоналу працює аналогічно, за допомогою події *Click* та методу *Show*.

Для ідентифікації та зручності створено форму реєстрації користувача. Форма складається з трьох написів *Label*, трьох текстових полів *TextBox* та однієї кнопки. Для того щоб попередня форма зникла - в коді форми реєстрації прописана подія *Form18\_Load* та метод *Hide*, за допомогою цього коду, після натискання кнопки, перед наступною формою попередня форма закривається, в інших формах код працює аналогічно.

Коли користувач натискає кнопку «Зареєструватися» спрацьовує логічна конструкція *If...Then...Else*, якщо користувач не заповнив всі поля для вводу тексту, то за допомогою методу *Show* висвітиться спливаюче вікно, на якому буде написано повідомлення про те, що користувач не всі поля заповнив. Для зручності після спливаючого повідомлення всі поля автоматично очищаються. Якщо користувач все ввів з клавіатури правильно, йому виводиться форма з першим питанням з теоретичного блоку, це означає що реєстрація успішна, а той текст, який ввів користувач, передається на підсумкову форму тренажеру з *TextBox* в *Label*. Повний код кнопки реєстрації представлений нижче:

```
Private Sub PictureBox3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles PictureBox3.Click
    If TextBox1.Text = "" Then
        End If
    If TextBox2.Text = "" Then
        End If
    If TextBox3.Text = "" Then
        PictureBox2.Show()
    Else
        Form4.Label4.Text = TextBox1.Text
        Form4.Label5.Text = TextBox2.Text
        Form4.Label6.Text = TextBox3.Text
        Form2.Show()
    End If
End Sub
```

Далі користувач бачить форму з першим теоретичним питанням. Форма складається з двох кнопок, трьох спливаючих повідомлення, які інтегровано за допомогою *PictureBox* і восьми елементів «checkbox». Є можливість в будь-який момент при потребі закрити навчальний тренажер, при цьому результати тренінгу не зберігаються. Щоб закрити тренажер, потрібно натиснути на кнопку «закрити» в верхньому лівому куті. В кодї, для того щоб кнопка натискалась, прописано подію *Click*. Детальніше можна подивитись в кодї нижче:

```
Private Sub PictureBox2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles PictureBox2.Click
```

```
End
```

У випадку, якщо користувач не відповідає на жодне питання і натискає на кнопку «питання заблоковано», то йому висвічується спливаюче повідомлення з текстом: «Питання заблоковано! Щоб перейти до наступного питання, будь-ласка, виберіть правильну відповідь на поточне питання». В цей момент за допомогою властивості *Enabled=False*, всі елементи «checkbox» та «button» тимчасово неактивні, вони не натискаються до тих пір, поки користувач не закриє спливаюче вікно. Потім за допомогою властивості *Enabled=True* всі кнопки на варіанти відповіді можна натискати, тут теж використовується подія *Click*. Для того, щоб розблокувати наступне питання, користувачеві необхідно вибрати правильний варіант, натиснувши на один з чотирьох «checkbox». Після того, як користувач натиснув на будь-який «checkbox», інші три неактивні і виводиться спливаюче вікно з повідомленням про правильну або неправильну відповідь. Якщо користувач відповів неправильно, виводиться спливаюче повідомлення з підказкою і текстом «Вибрана Вами відповідь невірна! ... текст підказки». Під час натискання будь-якого «checkbox», це натискання зчитується, за допомогою інкремента, цифра 1 передається на останню підсумкову форму, так реалізований підрахунок правильних та неправильних відповідей. У випадку, якщо користувач відповів правильно, йому виводиться спливаюче повідомлення з текстом «Вітаю! Ваша відповідь вірна! Перейдіть, будь-ласка, до наступного питання». Після цього робиться активною кнопка з наступним питанням, а кнопка «питання заблоковано» зникає, це відбувається за допомогою методу *Hide*. Фрагмент коду з підрахунком відповідей та як виглядає реалізація відповіді на тестові питання теоретичного блоку тренажеру:

```
Private Sub PictureBox8_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles PictureBox8.Click
```

```
If Form4.Label2.Text < 255 Then Form4.Label2.Text = Form4.Label2.Text + 1 'підрахунок відповідей
```

```
PictureBox9.Show() 'checkbox 4 вибір правильної відповіді
```

```
PictureBox4.Hide() 'Кнопка заблокованого питання
```

```
PictureBox14.Show() 'Повідомлення про те що відповідь правильна
```

```
PictureBox7.Hide() 'checkbox 3 вибір правильної відповіді
```

```
PictureBox6.Hide() 'checkbox 2 вибір правильної відповіді
```

```
PictureBox5.Hide() 'checkbox 1 вибір правильної відповіді
```

```
End Sub
```

```
Private Sub PictureBox7_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles PictureBox7.Click
```

```
If Form4.Label1.Text < 255 Then Form4.Label1.Text = Form4.Label1.Text + 1 'підрахунок відповідей
```

```
PictureBox10.Show() 'Кнопка 3 вибір правильної відповіді
```

```
PictureBox13.Show() 'Повідомлення про те що відповідь неправильна
```

```
PictureBox4.Enabled = False 'Кнопка заблокованого питання
```

```
PictureBox3.Enabled = False 'Кнопка для переходу на наступне питання
```

```
PictureBox5.Enabled = False 'checkbox 1 вибір правильної відповіді
```

```
PictureBox10.Enabled = False 'checkbox 1 вибір правильної відповіді
```

```
PictureBox6.Enabled = False 'checkbox 2 вибір правильної відповіді
```

```
PictureBox7.Enabled = False 'checkbox 3 вибір правильної відповіді
```

```
PictureBox8.Enabled = False 'checkbox 4 вибір правильної відповіді
```

```
End Sub
```

Форми з іншими теоретичними питаннями реалізовані аналогічно.

У ході проходження тренінгу, користувач перейде на блок з практичними завданнями. Користувачеві відкриється форма, вона складається з кнопки, трьох полів для введення тексту *TextBox*, умовної конструкції *if..else..then*, методів *Show & Hide*, властивості *Enabled=True*, таймеру. Користувач вводить з клавіатури відповідь до практичного завдання, потім натискає кнопку «наступне питання», умовна конструкція перевіряє чи правильно користувач ввів відповідь. Якщо ця відповідь невірна, то працює наступний код:

```
Private Sub TextBox4_KeyPress(ByVal sender As Object, ByVal e As System.Windows.Forms.KeyPressEventArgs) Handles TextBox4.KeyPress
```

```
If e.KeyChar = Convert.ToChar(13) Then
```

```
If TextBox4.Text = "0,1,2,3,4,5,6,7" And TextBox5.Text = "0,1,2,3,4,5,6,7,8,9" And TextBox6.Text = "0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F" Then
```

```

PictureBox14.Show()
Timer1.Enabled = True
Else
PictureBox13.Show()
End If
End If
End Sub

```

Користувач отримає спливаюче повідомлення з підказкою, а текстові поля для зручності автоматично очищуються. Поля також автоматично очищаються коли користувач натискає на поле введення даних. Реалізовано це за допомогою наступного програмного коду:

```

Private Sub TextBox4_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles TextBox4.Click
    TextBox4.Text = ""
End Sub

```

Також для зручності, після введення даних, користувач може натиснути кнопку *Enter*, для того щоб перейти на наступне питання. У випадку, якщо користувач відповів правильно, йому виводиться на дві секунди інше спливаюче вікно з привітанням, потім після двох секунд тренажер автоматично для зручності перейде на наступне питання, саме для цього потрібен таймер. Програмний код роботи таймеру:

```

Private Sub Timer1_Tick(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Timer1.Tick
    Form11.Show()
    If Form4.Label2.Text < 255 Then Form4.Label2.Text = Form4.Label2.Text + 1
    Timer1.Stop()
End Sub

```

Код, який працює в тому випадку, коли користувач відповів правильно:

```

Private Sub PictureBox13_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles PictureBox13.
Click

```

```

    If Form4.Label1.Text < 255 Then Form4.Label1.Text = Form4.Label1.Text + 1
    PictureBox13.Hide() 'Повідомлення про те що відповідь неправильна
    PictureBox3.Enabled = True 'Кнопка для переходу на наступне питання
    Form11.Show()
End Sub

```

Коли користувач завершує тренінг, пройшовши теоретичний та практичні блоки, йому відкриється форма з підсумками та результатами. Кнопка повторення тренінгу реалізована за допомогою події *Click* та методів *Show* і *Restart*. Повний код кнопки показаний нижче:

```

Private Sub PictureBox3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
PictureBox3.Click
    Form1.Show()
    Application.Restart()
End Sub

```

Є можливість при потребі зберегти результати тренінгу в текстовий документ, натиснувши кнопку «Зберегти результати тренінгу в файл», назва файлу може бути будь-якою. Реалізовано збереження за допомогою наступного коду:

```

Private Sub PictureBox2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
PictureBox2.Click
    SaveFileDialog1.Filter = "Text files(*.txt)|*.txt"
    SaveFileDialog1.ShowDialog()
    If SaveFileDialog1.FileName <> "" Then
        FileOpen(1, SaveFileDialog1.FileName, OpenMode.Output)
        PrintLine(1, Label13.Text)
        PrintLine(1, Label3.Text)

        PrintLine(1, Label8.Text)
        PrintLine(1, Label4.Text)
        PrintLine(1, Label14.Text)

        PrintLine(1, Label9.Text)
        PrintLine(1, Label5.Text)
        PrintLine(1, Label14.Text)
    End If
End Sub

```

```
PrintLine(1, Label15.Text)
PrintLine(1, Label2.Text)
PrintLine(1, Label14.Text)
```

```
PrintLine(1, Label16.Text)
PrintLine(1, Label1.Text)
FileClose(1)
End If
End Sub
```

Для зручності є можливість відкрити щойно збережені результати тренінгу, або можна відкрити минулий результат і порівняти з теперішнім. Для цього користувачу потрібно натиснути кнопку «Відкрити результати тренінгу з файлу». Після відкриття документа в тренажері відкривається нова форма поверх підсумкової, на формі відображається інформація про поточну дату та час, ім'я користувача, прізвище, група, кількість правильних та неправильних відповідей. Після відкриття файлу з результатами, всі кнопки підсумкової кнопки тимчасово неактивні, Згодом за допомогою властивості *Enabled=True* всі кнопки на формі з підсумками тренінгу можна натискати. Реалізовано це за допомогою коду, який прикріплений нижче:

```
Private Sub PictureBox15_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles PictureBox15.Click
PictureBox15.Hide()
PictureBox5.Enabled = True
PictureBox2.Enabled = True
PictureBox3.Enabled = True
End Sub
```

```
Private Sub PictureBox7_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles PictureBox7.Click
```

```
PictureBox15.Show()
PictureBox5.Enabled = False
PictureBox2.Enabled = False
PictureBox3.Enabled = False
End Sub
End Class
```

Файл відкривається за допомогою класу *OpenFileDialog*, в фільтрові вписано розширення *\*.txt*. За допомогою методів *ShowDialog*, *Show*, *Hide*, *ReadAllText* текстовий документ відкривається. Реалізовано відкриття за допомогою наступного коду:

```
Private Sub PictureBox5_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles PictureBox5.Click
```

```
OpenFileDialog1.Filter = "Text files(*.txt)|*.txt"
OpenFileDialog1.ShowDialog()
If OpenFileDialog1.FileName <> "" Then
Dim AllText As String = ""
AllText = My.Computer.FileSystem.ReadAllText(OpenFileDialog1.FileName, System.Text.Encoding.Default)
Form20.Label17.Text = AllText
Form20.Show()
End If
PictureBox7.Hide()
End Sub
```

Також є можливість роздрукувати результати тренінгу на принтері. Для цього користувачу потрібно натиснути кнопку «Друк результатів тренінгу», потім користувачеві виводиться стандартне вікно друку документів операційної системи *Windows*. В цьому вікні можна вибрати доступний принтер, налаштувати друк, кількість копій, діапазон сторінки, після натискання кнопки друку, результати тренінгу друкуються на папері. Реалізується друк за допомогою події *Click*, файл друкється за допомогою класу *PrintDialog*. Для друку в програмному коді налаштований шрифт *Times New Roman*, 14-го розміру, стиль шрифту – *Bold*, колір чорний. Детальніше програмну реалізацію друку можна побачити нижче:

```
Private Sub PictureBox6_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles PictureBox6.Click
```

```
PrintDialog1.ShowDialog()
PrintPreviewDialog1.Document = PrintDocument1
PrintPreviewDialog1.ShowDialog()
End Sub
```

```
Private Sub PrintDocument1_PrintPage(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.Drawing.Printing.PrintPageEventArgs) Handles PrintDocument1.PrintPage
    Dim printfont As New Font("TimesNewRoman", 14, FontStyle.Bold)
    e.Graphics.DrawString(Form20.Label17.Text, printfont, Brushes.Black, 4, 6)
End Sub
```

Для навчального тренажеру розроблено власну іконку в графічному редакторі *Adobe Photoshop*. Навчальний тренажер легко встановлюється на операційну систему *Windows*, користувачеві потрібно лише відкрити установочний файл та встановити програмне забезпечення. Для зручності ярлик тренажеру після установки автоматично створиться на робочому столі користувача [4–8].

Блок-схема роботи тренажеру виглядає наступним чином (рис. 2).

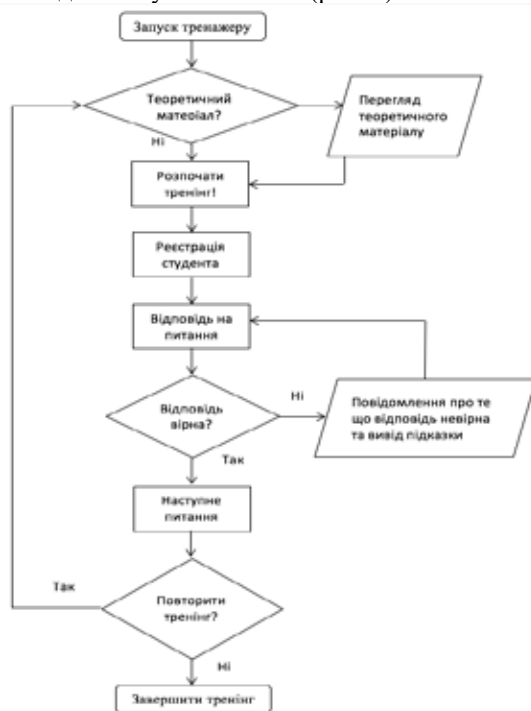


Рис. 2. Блок-схема алгоритму тренажеру

### Висновки

Таким чином, програмно реалізовано тренажер з теми «Системи числення, арифметичні операції в різних системах числення» дисципліни «Архітектура обчислювальних систем», який сумісний з дистанційною платформою Moodle. Програмний продукт протестовано та впроваджено в навчальний процес Полтавського університету економіки та торгівлі для студентів спеціальності «Комп'ютерні науки». У подальшому планується його удосконалення шляхом розширення функціоналу для викладача. Зокрема, можливість коригувати чи додавати завдання в тренажері. Планується робота над оптимізацією роботи додатку, виправлення можливих помилок, доробка та покращення якості елементів графічного інтерфейсу. Для оновлення тренажеру достатньо запуснути скачаний інсталятор та встановити його просто зверху старої версії.

### Список використаної літератури

1. Освіта в реальності сьогодні – дистанційне навчання. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.36074/10.04.2020.v1.01>
2. Триус Ю. В. Система електронного навчання ВНЗ на базі MOODLE: Методичний посібник / Ю. В. Триус, І. В. Герасименко, В. М. Франчук // За ред. Ю. В. Триуса. – Черкаси. – 220 с.
3. Тест системи числення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://naurok.com.ua/test/sistemi-chislennya-31728.html>
4. Хальворсон М. Microsoft Visual Basic 2005. Серія «Шаг за шагом» / М. Хальворсон. – ЭКОМ Паблішерз. – 640 с.
5. Рендольф Visual Studio 2010 для професіоналів // Рендольф, Ник, Гарднер, Девід, Минутілло, Майкл, Андерсон, Крис.: ООО «И.Д. Вильямс», 2011. – 1184 с.
6. Новітні інформаційно-комунікаційні технології в освіті: матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції молодих учених та студентів (Полтава, 24-25 листопада 2021р.). Полтава : ПП «Астрія», 2021. 157 с.



7. Собіборець О. Ю. Проекування та програмна реалізація елементів тренажеру з теми «Системи числення, арифметичні операції в різних системах числення» дисципліни «Архітектура обчислювальних систем» / О. Ю. Собіборець, О. В. Ольховська // Актуальні питання розвитку науки та забезпечення якості освіти у XXI столітті: тези доповідей XLV Міжнародної науково-вої студентської конференції за підсумками науково-дослідних робіт студентів за 2021 рік (м. Полтава, 13–14 квітня 2022 р.). – Полтава: ПУЕТ, 2022. – Ч. 1.– С. 80-85. – Текст укр., англ. мовами.

8. Білак Ю.Ю. Системи числення: методичні рекомендації з базової теми дисципліни «Інформатика» / Ю.Ю. Білак, Л.Я. Данько Товтин. – Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2015. – 24 с.

#### References

1. Education in today's reality is distance learning. [Electronic resource]. – Access mode: <https://doi.org/10.36074/10.04.2020.v1.01>

2. Trius Y. V., The MOODLE-based e-learning system of higher education institutions: Methodical manual / Y. V. Trius, I. V. Gerasimenko, V. M. Franchuk // Under the editorship Y. V. Tryus, Cherkasy. 220 p.

3. Halvorson M., Microsoft Visual Basic 2005. “Step by step” series / M. Halvorson. ECOM Publishers. 640 p.

4. Numbersystemtest[Electronic resource]. – Access mode: <https://naurok.com.ua/test/sistemi-chislennya-31728.html>

5. Randolph, Visual Studio 2010 for professionals // Randolph, Nick, Gardner, David, Minutillo, Michael, Anderson, Chris: LLC “I.D. Williams”, 2011. 1184 p.

6. The latest information and communication technologies in education: materials of the VII All-Ukrainian Scientific and Practical Internet Conference of Young Scientists and Students (Poltava, November 24-25, 2021). Poltava: PP “Astraya”, 2021. 157 p.

7. Sobiborets O. Yu., Olkhovska O. V. Proiektuvannia ta prohramna realizatsiia elementiv trenazheru z temy «Systemy chyslennia, aryfmetychni operatsii v riznykh systemakh chyslennia» dystsypliny «Arkhitektura obchysliuvalnykh system» [Design and software implementation of simulator elements on the topic “Calculation systems, arithmetic operations in various calculation systems” discipline “Computer systems architecture”]. Aktualni pytannia rozvytku nauky ta zabezpechennia yakosti osvity u XLV stolitti: tezy dopovidei Mizhnarodnoi naukovoї studentskoi konferentsii za pidsumkamy naukovo-doslidnykh robit studentiv za 2021 rik [Current issues of the development of science and ensuring the quality of education in the 20th century: abstracts of the reports of the 20th International Scientific Student Conf. based on the results of the students' research work for 2021]. Poltava: PUET, 2022. 320 p.

8. Bilak Yu.Yu., Calculation systems: methodical recommendations on the basic topic of the discipline “Informatics” / Yu.Yu. Bilak, L.Ya. Danko Tovtin. Uzhgorod: DVNZ “UzhNU”, 2015. 24 p.

І. І. РЯСНА

Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України  
ORCID: 0000-0003-1370-3066

І. О. СЕНЬКО

Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України  
ORCID: 0000-0002-2432-4582

О. Є. СЕНЬКО

Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України  
ORCID: 0000-0002-0613-6430

## НЕЧІТКИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ УПОРЯДКУВАННЯ ТА ВИБОРУ

*Проблеми упорядкування та вибору об'єктів виникають у різних галузях людської діяльності. У випадках, коли використовується інформація про характеристики об'єктів, отримана від експертів, пропонуються нечіткі моделі задач, що ураховують різні види невизначеності та більш аргументовано відображають реальні ситуації. Особливу увагу привертає проблема адекватності або гомоморфізму емпіричної та математичної моделей у задачах з різнотипними даними, вимірними за різними шкалами, а саме, за шкалами відношень, порядку, інтервалів та абсолютними. У таких випадках, згідно положенням репрезентативної теорії вимірювань, необхідно забезпечити інваріантність результатів обчислень за наявності як кількісних, так і якісних даних.*

*Метою роботи є теоретичне обґрунтування та розробка інваріантної процедури розв'язування задач упорядкування та вибору претендентів на вільні посади підприємства на основі оцінки їхньої конкурентоспроможності з урахуванням різнотипної інформації, яка може бути отриманою на основі експертних оцінок.*

*Розв'язок задачі ґрунтується на окремому порівнянні характеристик претендентів з відповідними найкращими характеристиками відносно посади або професії (еталону) на основі використання коефіцієнту лінгвістичної кореляції, за допомогою якого визначається нечітка міра схожості еталону та претендентів. Доведено теореми про інваріантність такої міри схожості при вимірюваннях характеристик у різних шкалах. Наведено приклад розв'язування однієї задачі вибору щодо призначення за конкурсом кращих кандидатів з претендентів, які подали відповідні документи на вакантні посади підприємства, при визначенні їхніх характеристик за шкалами порядку та абсолютною шкалою.*

**Ключові слова:** нечітка множина, упорядкування, проблема вибору, нечітке відношення схожості, агрегування, кількісні та якісні характеристики.

I. I. RIASNA

V. M. Glushkov Institute of Cybernetics of National Academy of Sciences of Ukraine  
ORCID: 0000-0003-1370-3066

I. O. SENKO

V. M. Glushkov Institute of Cybernetics of National Academy of Sciences of Ukraine  
ORCID: 0000-0002-2432-4582

O. E. SENKO

V. M. Glushkov Institute of Cybernetics of National Academy of Sciences of Ukraine  
ORCID: 0000-0002-0613-6430

## A FUZZY APPROACH TO MODELING AND SOLVING ORDERING AND SELECTING PROBLEMS

*The ordering and selecting of objects arise in various fields of human activity. In cases where information about the characteristics of objects obtained from experts is used, fuzzy problem models are proposed that take into account various types of uncertainty and more logically reflect real situations. Special attention is drawn to the adequacy problems or homomorphism of empirical and mathematical models in problems with different types of data measured on different scales, namely, on ratio, order, intervals, and absolute scales. In such cases, according to the positions of the representative measurement theory, it is necessary to ensure the invariance of the calculation results in the presence of both quantitative and qualitative data.*

*The paper considers the theoretical substantiation and development of an invariant procedure for solving the problems of ordering and selecting applicants for vacant positions in the enterprise based on the assessment of their competitiveness, taking into account various types of information that can be obtained on the basis of expert assessments.*

*The solution of the problem is based on a separate comparison of the characteristics of the applicants with the corresponding best characteristics in relation to the position or profession (standard) based on the use of the linguistic*

correlation coefficient, which is used to determine a fuzzy similarity measure of the standard and the applicants. Theorems about the invariance of such similarity measure when measuring characteristics in different scales are proved. An example of solving one selection problem regarding the appointment of the best candidates from the applicants, who submitted relevant documents for vacant positions in the enterprise, while determining their characteristics according to order and absolute scales, is presented.

**Key words:** fuzzy set, ordering, selecting, fuzzy similarity relation, aggregation, qualitative and quantitative characteristics.

### Постановка проблеми

У сучасних технологічно складних галузях, які становлять основу будь-якої розвиненої економіки, не успадковуються, а створюються найбільш суттєві виробничі чинники: кваліфікована робоча сила і науково-технічна база [1–4]. Пошук і відбір працівників, найчастіше, проводиться за таким показником як конкурентоспроможність робочої сили, який стає ознакою відповідності людського чинника ринковим умовам. Як правило, конкурентоспроможність розглядають в контексті відповідності посаді або професії. Високий рівень освіти, кваліфікації, значний досвід працівників підприємства, здатність ефективно працювати в сучасних конкурентних умовах з урахуванням внутрішніх та зовнішніх викликів і ризиків забезпечують конкурентоспроможність усього підприємства в цілому.

Для оцінки конкурентоспроможності претендентів на вакантні посади або персоналу підприємства в цілому використовують якісні та кількісні характеристики [5]. Показники конкурентоспроможності, як правило, вимірюються за різними шкалами. Для визначення кращого за конкурентоспроможністю претендента на вакантні посади або працівника підприємства необхідно провести порівняння за сукупністю якісних і кількісних характеристик. Таким чином, постає задача агрегування якісних та кількісних даних для оцінки конкурентоспроможності працівника або претендента на посаду та порівняння цих оцінок з метою побудови відношення порядку для колективу працівників або відбору кращих претендентів на вакантні посади.

Якісні характеристики в цих задачах можуть бути як суб'єктивними, так і об'єктивними. Наприклад, до об'єктивних характеристик відносяться: кваліфікація, досвід роботи, стаж роботи, освіта, здоров'я, продуктивність праці, вклад працівника в результати діяльності підприємства або організації. У свою чергу об'єктивні характеристики визначаються сукупністю різних показників, наприклад, характеристика «освіта» визначається такими показниками: освіта за спеціальною сферою діяльності, освіта в суміжних сферах діяльності, оцінка загальних знань і освіти. До суб'єктивних характеристик відносяться: характер, здатність до навчання, розширення знань і підвищення кваліфікації, відношення до роботи на певному підприємстві або в певній організації. До кількісних характеристик відносяться: заробітна плата, витрати пов'язані з найманням працівника на роботу, витрати, пов'язані з навчанням, адаптацією, перекваліфікацією, підвищенням кваліфікації. Зазначимо, що оцінки конкурентоспроможності мають бути інваріантними при допустимих перетвореннях у шкалах, що використані для вимірювань за одночасної наявності як кількісних, так і якісних характеристик.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Наразі перелік літературних джерел, що стосується формалізації та розв'язування задач за наявності багатовимірної інформації, як чіткої, так і нечіткої дуже великий, наприклад, [6]. Такі задачі виникають майже в усіх галузях людської діяльності. Проте, багатовимірні випадки визначення параметрів і характеристик об'єктів за наявності їхніх вимірювань за різними шкалами за класифікацією С. Стівенса розглядаються не в достатній мірі.

Проблема існування шкал вимірювання відношень схожості для визначення ознак об'єктів у шкалах порядку, відношень та інтервалів була викладена в [7]. Нехай  $\{f_i\}$  ( $i = 1, \dots, M$ ) – множина ознак, що виміряні у фіксованих шкалах  $m_i$  на емпіричній множині  $A$ ,  $\mathfrak{M} = \{m_i\}$ ,  $m_i(A)$  – сукупність шкальних значень згідно набору ознак,  $x, y \in m_i(A) \subset R^m$ ,  $i \in \{1, \dots, M\}$ ,  $R^1$  – множина дійсних чисел.

Мірою схожості називається числова функція  $F(x, y)$ , на яку накладаються три умови:

- 1) неперервність,
- 2) симетричність:  $F(x, y) = F(y, x)$ ,
- 3)  $0 \leq F(x, y) \leq 1$ , причому  $F(x, y) = 1 \Leftrightarrow x = y$ .

Нехай міра схожості вимірюється у шкалі порядку. Як відомо, шкала порядку визначена з точністю до групи монотонно зростаючих неперервних відображень (допустимих перетворень) сукупності своїх шкальних значень у  $R^1$ .

Розглянемо клас непараметричних мір схожості, для яких згідно репрезентативній теорії вимірювань, повинна виконуватися така природна умова.

4) Адекватність:  $F(x, y) \leq F(z, t) \Leftrightarrow F(x', y') \leq F(z', t')$  за довільних перетворень шкали порядку  $\gamma: m_i \rightarrow m'$  та  $x, y, z, t \in m_i(A)$ .

Функції, які задовольняють умовам 1) – 4), називають адекватними (парними) мірами схожості.

Доведено такі теореми [7].

**Теорема 1.** Для шкал порядку клас адекватних мір схожості – пустий.

**Теорема 2.** Клас адекватних мір схожості для шкал відношень або інтервалів – пустий для  $M \geq 2$ .

Наслідком цих теорем є висновок про неможливість коректного (адекватного) визначення мір схожості або відмінності для виділеного класу задач.

Пропонується використовувати параметричні міри схожості, що дозволяють зберігати незмінними їхні значення при заміні шкал на еквівалентні [7]. Наприклад, використовувати нормування – ділення на середньоквадратичне відхилення або максимальну різницю значень за кожною з ознак для кількісних шкал. З обчислювальної точки зору таке нормування еквівалентне введенню спеціальних одиниць виміру (відповідно, одиниць середньоквадратичної або максимальної частки діапазону відхилень – різниць – вимірної ознаки).

Проте, для кількісних шкал такий підхід не є задовільним в методичному відношенні, оскільки результати можуть залежати від конкретної вибірки [8]. Крім того, залишається відкритим питання про спосіб введення адекватних мір схожості для шкал порядку, тим більше для випадків, коли ознаки вимірюються одночасно як в кількісних, так і в якісних шкалах.

Іншими словами, з точки зору автора роботи [7], неможлива в певних ситуаціях коректна (адекватна) побудова мір схожості, та, відповідно, мір відмінності (за потреби, на основі мір відмінності вводиться метрика в просторі різнотипних ознак). Це означає неможливість коректної формалізації задач за одночасного використання якісних та кількісних ознак, критеріїв тощо.

Ця проблема зазвичай формулюється або як проблема розробки методів і алгоритмів, що працюють зі змішаною кількісно-якісною інформацією, або як проблема агрегування оцінок у моделях зі змішаною кількісно-якісною інформацією [9].

Зокрема, у роботах [10], [11] розглядаються алгоритми кластеризації, що застосовні до даних із пропущеними значеннями, що вигідно відрізняє ці підходи від класичних алгоритмів кластеризації, для застосування яких, зазвичай, не урахувались спостереження із пропущеними значеннями.

Для вирішення проблем з різнотипними даними пропонується проводити формалізацію задач з урахуванням математичного апарату теорії нечітких множин [12]. Міри схожості для різних модифікацій та розширень моделей нечітких множин наведено, наприклад, в [13–17].

Розв'язання задачі вибору претендента, який найбільш відповідає посаді або професії, або впорядкування за конкурентоспроможністю сукупності працівників ґрунтується, найчастіше, на згортці значень їхніх характеристик в інтегральний показник, який дозволяє побудувати відображення простору характеристик на дійсну пряму. Основні труднощі побудови такого відображення пов'язані з тим, що характеристики працівників вимірюються за різними шкалами, а значення якісних характеристик часто задаються вербально з великою мірою невизначеності. Наприклад, можуть задаватися три градації характеристики «стаж роботи»: малий, середній, великий; п'ять градацій характеристики «досвід роботи» за основним фахом: не менше року, не менше трьох років, майже п'ять років, не менше п'яти років, більше п'яти років.

Для оцінки конкурентоспроможності, як правило, використовують бальні методи. У роботі [5] наведено бальний спосіб розрахунку таких показників з урахуванням вагових коефіцієнтів. Правомірність такого підходу при словесному (лінгвістичному) описі характеристик, найчастіше, непереконлива, а значення вагових коефіцієнтів важко обґрунтувати. Наприклад, в [18] наведені випадки, коли бальні оцінки можуть не відповідати реальній ситуації при аналізі якісних показників.

Для задач, де змінні зазнали суттєвого впливу спотворюючих факторів, тобто спостерігаються із похибками, досліджується клас моделей з похибками в змінних (error-in-variables). Для таких моделей у задачах регресії окремо розглядають задачі прогнозування значень залежної змінної та задачі ідентифікації коефіцієнтів моделі, оскільки розв'язки таких задач, які володіють хорошими властивостями з точки зору теорії, а отже можуть розглядатися як оптимальні на практиці, досягаються з використанням різних оціночних функцій. Задача прогнозування для моделей регресії з похибками у змінних розглядалася у [19]. Властивості оцінок коефіцієнтів множинної векторної лінійної регресійної моделі з похибками у змінних, які дозволяють зменшити похибку оцінювання при практичному використанні розглядалися у [20].

#### **Формулювання мети дослідження**

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та розробка інваріантної процедури розв'язання задачі упорядкування та вибору претендентів на вільні посади підприємства на основі оцінки їхньої конкурентоспроможності з урахуванням якісної та кількісної інформації, яка може бути отриманою на основі експертних оцінок

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

Вищенаведені задачі згідно класифікації Г. Саймона та А. Ньюелла [21] є слабкоструктурованими задачами.

Для розв'язання цих задач використаємо математичний апарат теорії нечітких множин.

Нечіткі множини, функції належності яких вимірюються за різними шкалами, назвемо недовизначеними нечіткими множинами. Метою введення поняття «недовизначена нечітка множина» є урахування наявності невизначеності числових вимірювань функції належності у шкалах порядку, інтервалів та відношень. Невизначеність такого виду породжується сутністю поняття «шкала вимірювань» у репрезентативній теорії вимірювань, яке подається групою функцій належності, які пов'язані допустимими перетвореннями.

Розглянемо одну із проблем, яка виникає за умов такої невизначеності. Нехай множина емпіричних об'єктів  $X$  має одну якісну властивість  $w$ , яка має дві нечіткі градації  $t_1, t_2$ , що вимірюються за одновимірними шкалами. Тоді, результати вимірювань  $\forall x \in X$  визначають нечітку множину у сенсі Л. Заде  $\tilde{A}_x = \{(t_1, \mu_{t_1}(x)), (t_2, \mu_{t_2}(x))\}$ .

Якщо значення  $\mu_{t_1}(x), \mu_{t_2}(x)$  вимірюються за однією й тією ж шкалою, то  $\tilde{A}_x \forall x \in X$  – гомогенна нечітка підмножина множини  $\{t_1, t_2\}$ , однак, якщо значення  $\mu_{t_1}(x), \mu_{t_2}(x)$  вимірюються за різними шкалами, то  $\tilde{A}_x$  є гетерогенною нечіткою підмножиною множини  $\{t_1, t_2\}$  [22].

Для гомогенних нечітких множин при строго монотонному перетворенні, яке є допустимим у шкалі порядку, зберігається відношення строгого порядку  $x > y \Leftrightarrow (\mu_{t_1}(x) \geq \mu_{t_1}(y)) \& (\mu_{t_2}(x) \geq \mu_{t_2}(y))$ , причому хоча б одна нерівність є строгою. Наприклад: нехай  $0 < \alpha < 1, \mu_{t_1}(x) = \mu_{t_1}(y), \mu_{t_2}(x) > \mu_{t_2}(y)$ , тоді  $\alpha \mu_{t_1}(x) = \alpha \mu_{t_1}(y), \alpha \mu_{t_2}(x) > \alpha \mu_{t_2}(y)$ . Однак ці відношення, вочевидь, не зберігаються за допустимих перетворень для гетерогенних нечітких множин. Таким чином, недовизначеність нечітких множин обумовлює необхідність розробки спеціальних методів обробки вихідних даних з метою забезпечення гомоморфізму емпіричної та математичної моделей.

Для того, щоб розширити класи моделей нечітких множин, що досліджуються, використаємо більш загальне означення функції належності нечіткої множини  $A$ , а саме:  $\mu_A : U \rightarrow M$ , де  $M$  – повністю упорядкована множина або множина належностей. Множина  $M$  може також бути множиною значень деякої лінгвістичної змінної. Це дозволяє розглядати неструктуровані та слабкоструктуровані задачі, у яких якісна інформація подана природною мовою. Наприклад, лінгвістична змінна «конкурентоздатність» може мати три значення: висока, середня, низька. Для людського мислення такий вербальний опис є природним. Невизначеність, що виникає при такому гранулюванні кількісної змінної, пов'язана з невизначеністю прообразів при відображенні значень кількісної змінної у значення лінгвістичної змінної.

Такого типу невизначеність може бути усунена, наприклад, у процесі експериментальних досліджень шляхом побудови функцій належності вербальних значень (термів) лінгвістичної змінної [23].

Розглянемо неформальну постановку задачі упорядкування та вибору претендентів на вільні посади підприємства на основі оцінки їхньої конкурентоспроможності. Вважаємо, що ідеальні характеристики претендента відомі. Наприклад, можна скористатися класичним поділом працівників на керівників, професіоналів, фахівців, технічних службовців і робітників, потім деталізувати вимоги у рамках кожної з категорій за професіями.

Як оцінку конкурентоспроможності претендента на вакантну посаду будемо використовувати ступінь його схожості з еталоном. Відповідно до репрезентативної теорії вимірювань така міра схожості має бути інваріантною при допустимих перетвореннях у шкалах, які були використані для вимірювань. Таке нечітке відношення схожості задаємо за допомогою коефіцієнту лінгвістичної кореляції, який визначимо так.

**Коефіцієнт лінгвістичної кореляції.** Нехай  $X$  – скінченна множина об'єктів (елементів) емпіричної системи,  $W = \{w_1, \dots, w_n\}$  – скінченна множина нечітких властивостей елементів множини  $X$ , визначених вербально. Нехай властивість  $w_i \in W$  має скінченну множину вербальних значень  $T_{w_i} = \{t_1^i, \dots, t_{m(w_i)}^i\}$ ,  $m(w_i)$  – кількість значень властивості  $w_i \in W$ .

Назвемо коефіцієнтом лінгвістичної кореляції (КЛК)

$$K_{\text{lingv}}(x, y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_i(x, y), \tag{1}$$

і парціальним коефіцієнтом лінгвістичної кореляції

$$k_i(x, y) = \tilde{\tau}_i^* (\tilde{D}_x^i, \tilde{D}_y^i) = \left( \sum_{j=1}^{m(w_i)} \min(\eta_x(t_j^i), \eta_y(t_j^i)) / \sum_{j=1}^{m(w_i)} \max(\eta_x(t_j^i), \eta_y(t_j^i)) \right), \tag{2}$$

де  $\tilde{\tau}_i^* (\tilde{D}_x^i, \tilde{D}_y^i)$  – парціальна міра схожості у математичній моделі за властивістю  $w_i \in W$ ,  $\tilde{D}_x^i$  та  $\tilde{D}_y^i$  – результати вимірювань значень властивості  $w_i \in W$ , відповідно, елементів  $x, y \in X$ ,  $n$  – загальна кількість властивостей,  $\eta_x(t_j^i)$  визначає міру належності значення  $t_j^i$  властивості  $w_i$  елемента  $x \in X$ ,  $j \in \{1, \dots, m(w_i)\}$ ,  $i \in \{1, \dots, n\}$ .

Парціальний КЛК визначає значення парціальної міри схожості на множині емпіричних об'єктів  $X$ .

При вимірюваннях значень функцій належності за абсолютною шкалою  $k_i(x, x) = 1, k_i(x, y) = k_i(y, x), K_{\text{lingv}}(x, x) = 1, K_{\text{lingv}}(x, y) = K_{\text{lingv}}(y, x), k_i(x, y) \in [0, 1], K_{\text{lingv}}(x, y) \in [0, 1]$ , тобто за формулами (1), (2) визначено нечітку міру схожості на  $X \times X$ :  $\tilde{\tau}(x, y) = K_{\text{lingv}}(x, y)$ . Так як оператори  $\min$  і  $\max$  є допустимими для шкал порядку, інтервалів, відношень та абсолютної [8], справедливі такі теореми.

**Теорема 3.** При вимірюванні значень функції належності нечіткої якісної властивості  $w_i \in W$  за шкалою відношень,  $i \in \{1, \dots, n\}$ , парціальна нечітка міра схожості (2) – інваріантна.

*Доведення.* При вимірюваннях значень функції належності за шкалою відношень отримаємо таку рівність:

$$\begin{aligned} k_i(x, y) &= \tilde{\tau}_i^* (\tilde{D}_x^i, \tilde{D}_y^i) = \left( \sum_{j=1}^{m(w_i)} \min(\eta_x(t_j^i), \eta_y(t_j^i)) / \sum_{j=1}^{m(w_i)} \max(\eta_x(t_j^i), \eta_y(t_j^i)) \right) = \\ &= \left( \sum_{j=1}^{m(w_i)} \min(\alpha \eta_x(t_j^i), \alpha \eta_y(t_j^i)) / \sum_{j=1}^{m(w_i)} \max(\alpha \eta_x(t_j^i), \alpha \eta_y(t_j^i)) \right), \end{aligned}$$

так як допустимим перетворенням значень функції належності за цією шкалою є перетворення подібності, а саме,  $y = \alpha x$ , де  $0 < \alpha < 1$ .

Теорема доведена.

**Теорема 2.** Існує допустиме монотонне перетворення  $\psi(\eta_x(t_j^i)), t_j^i \in T_{w_i}$ , яке призводить до інваріантності значень функції належності парціальної нечіткої міри схожості (2),  $i \in \{1, \dots, n\}$ , при вимірюваннях значень функції належності нечіткої якісної властивості за шкалою порядку та шкалою інтервалів.

*Доведення.* Нехай послідовність значень  $A = (\eta_{x_1}(t_j^i), \dots, \eta_{x_k}(t_j^i), \dots, \eta_{x_N}(t_j^i))$  – результат вимірювань значень  $t_j^i$  властивості  $w_i$  сукупності емпіричних об'єктів  $X = \{x_1, \dots, x_N\}$ . Позначимо  $a_k = \eta_{x_k}(t_j^i)$ ,  $a_k \in [0, 1]$ . Впорядкуємо елементи послідовності  $A$  за зростанням, отримаємо ранжирувану послідовність  $A' = (a_{k_1} \leq \dots \leq a_{k_r} \leq \dots \leq a_{k_N})$ , номер  $r$  – ранг елемента  $a_k \in A$ ,  $1 \leq r \leq N$ , у випадку, коли в послідовності  $A$  відсутні однакові елементи  $a_k \neq a_{k_{r-1}}$ . За наявності  $(m + 1)$  елементів, таких, що  $a_{k_p} = a_{k_{p+1}} = \dots = a_{k_{p+m}}$ , для послідовності  $A$  використаємо дробові ранги  $(p + \dots + (p+m))/(m+1)$  в інтервалі значень  $[p, p + m]$ . І в першому, і в другому випадках загальна сума рангів дорівнює  $N(N + 1) / 2$ . Нехай  $r(a_k)$  – значення рангу елемента  $a_k$ ,  $r(a_k) \in [1, N]$ . Монотонне перетворення  $\varphi$ , яке не змінює відношення порядку, допустиме у шкалі порядку, а саме:  $a_k = a_m \Rightarrow \varphi(a_k) = \varphi(a_m)$ ,  $a_k > a_m \Rightarrow \varphi(a_k) > \varphi(a_m)$ . При таких перетвореннях значення рангів  $r(a_k)$  у послідовності  $A'$  не змінюються. Нехай  $\psi(a_k) = r(a_k)/N$ , так як  $r(a_k) \in [1, N]$ , то  $0 < \psi(a_k) \leq 1$ . Значення  $\psi(a_k)$  не змінюється при будь-якому допустимому монотонному перетворенні  $\varphi$  в шкалі порядку. Отже, при застосуванні перетворення  $\psi$  значення функції належності парціальної нечіткої міри схожості

$$k_i(x, y) = \left( \frac{\sum_{j=1}^{m(w_i)} \min(\psi(\eta_x(t_j^i)), \psi(\eta_y(t_j^i)))}{\sum_{j=1}^{m(w_i)} \max(\psi(\eta_x(t_j^i)), \psi(\eta_y(t_j^i)))} \right)$$

є інваріантними. Таке перетворення допустиме і у шкалі інтервалів.

Теорема доведена.

Інваріантність парціальних мір схожості призводить до інваріантності КЛК, використання якого як міри схожості забезпечує адекватність формальної моделі емпіричної системи.

Зазначимо, що словесне подання характеристик за наявності базової кількісної змінної можна формалізувати, використовуючи поняття лінгвістичної змінної, визначене Л. Заде в [24]. Тоді результати вимірювання характеристик в загальному випадку можна подати у вигляді нечіткої дискретної множини.

Наведемо формальну постановку задачі. Нехай  $X$  – скінченна множина (об'єктів) елементів емпіричної системи,  $W$  – скінченна множина нечітких властивостей елементів множини  $X$ , визначених вербально. Результат вимірювань значень функцій належності за сукупністю властивостей  $W = \{w_1, \dots, w_n\}$ ,  $n$  – кількість властивостей, може бути гомогенною або гетерогенною нечіткою множиною, функцію належності якої визначаємо так:  $\mu_W : X \rightarrow L_1 \times \dots \times L_n$ , де  $L_i$  – ґратка,  $\mu_W(x) = (\mu_1(x), \dots, \mu_n(x))$ ,  $\mu_i : X \rightarrow L_i$ ,  $i \in \{1, \dots, n\}$ .

Вважаємо, що властивість  $w_i \in W$  має скінченну множину  $T_i = \{t_1^i, \dots, t_{m(w_i)}^i\}$  вербальних значень (ознак, градацій, лінгвістичних термів),  $m(w_i)$  – кількість цих значень. Нехай значення  $\{t_1^i, \dots, t_{m(w_i)}^i\}$  властивості  $w_i \in W$  вимірюються за певною шкалою, тобто результат вимірювання властивості  $w_i$  є гомогенною нечіткою підмножиною множини  $T_i$ .

Нехай  $x_{em}$  – еталонний елемент, властивості якого вважаються найкращими. Елемент  $x_{em}$  – верхня грань ґратки  $L = L_1 \times \dots \times L_n$ . Вважаємо, що  $x_{em} \in X$ . Сформулюємо задачу так: упорядкувати задану множину елементів  $X$  відносно еталону  $x_{em}$  на основі множини характеристик  $W$ .

Для порівняння схожості елементів  $x$  із заданою множиною  $X$  з еталонним елементом  $x_{em}$  використовуємо КЛК, який обчислюємо за формулами

$$K_{\text{lingv}}(x, x_{em}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_i(x, x_{em}), \quad k_i(x, x_{em}) = \tilde{\tau}_i^*(\tilde{D}_x, \tilde{D}_{x_{em}}),$$

$$\tilde{\tau}_i^*(\tilde{D}_x, \tilde{D}_{x_{em}}) = \left( \frac{\sum_{j=1}^{m(w_i)} \min(\eta_x(t_j^i), \eta_{x_{em}}(t_j^i))}{\sum_{j=1}^{m(w_i)} \max(\eta_x(t_j^i), \eta_{x_{em}}(t_j^i))} \right),$$

де  $k_i(x, x_{em})$  – парціальний КЛК, який визначає значення парціальної міри схожості на множині емпіричних об'єктів  $X$  за властивістю  $w_i \in W$ ,  $\tilde{\tau}_i^*(\tilde{D}_x, \tilde{D}_{x_{em}})$  – парціальна міра схожості у математичній моделі за властивістю  $w_i \in W$  у випадках вимірювання гомогенної властивості  $w_i$  за абсолютною шкалою або шкалами порядку, відношень чи інтервалів;  $\tilde{D}_x^i$  та  $\tilde{D}_{x_{em}}^i$  – результати вимірювань значень властивості  $w_i \in W$ , відповідно, елементів  $x \in X$  та  $x_{em} \in X$ ,  $n$  – загальна кількість властивостей,  $\eta_x(t_j^i)$  та  $\eta_{x_{em}}(t_j^i)$  визначають міру належності значення  $t_j^i$  властивості  $w_i$ , відповідно, елементів  $x, x_{em}$ ,  $i \in \{1, \dots, n\}$ ,  $j \in \{1, \dots, m(w_i)\}$ .

Згідно теорему 3 значення  $K_{\text{lingv}}(x, x_{em})$  – інваріантні при допустимих перетвореннях у шкалах відношень. Згідно теорему 4 для забезпечення інваріантності  $K_{\text{lingv}}(x, x_{em})$  у випадках вимірювань значень властивості  $w_i \in W$  за шкалою порядку або шкалою інтервалів замість значень  $\eta_x(t_j^i)$ ,  $\eta_{x_{em}}(t_j^i)$  застосовуємо нормовані значення рангів (за необхідності використовуємо дробові ранги).

Визначимо на множині  $X$  відношення нестроного порядку. Вважаємо, що елемент  $x \in X$  – еквівалентний елементу  $y \in X$ :  $x \sim y$ , якщо  $K_{\text{lingv}}(x, x_{em}) = K_{\text{lingv}}(y, x_{em})$ , а елемент  $x \in X$  є більш прийнятним, ніж елемент  $y \in X$ ,  $x \succ y$ , якщо  $K_{\text{lingv}}(x, x_{em}) > K_{\text{lingv}}(y, x_{em})$ .

Введене відношення нестроного порядку дозволяє розв'язати поставлену задачу упорядкування множини  $X$  або знайти кращий (найбільш прийнятний) елемент (елементи).

Приклад. Нехай перед менеджером відділу менеджменту, який займається підбором персоналу для певного промислового підприємства, стоїть завдання вибору кількох кращих представників з претендентів на посади інженерів технічного відділу підприємства, яке випускає електронну апаратуру, наприклад, для нової моделі комплексу безпілотних літальних апаратів.

Припустимо, що для визначення найкращих претендентів необхідно отримати оцінки їхньої конкурентоспроможності за сукупністю двох нечітких якісних характеристик  $(w_1, w_2)$ , де  $w_1$  – стаж роботи,  $w_2$  – рівень кваліфікації, та за однією кількісною характеристикою  $w_3$ , яка визначена за абсолютною шкалою, а саме,  $w_3$  – кількість друкованих статей, патентів, актів впровадження. Характеристики  $w_1, w_2$  – нечіткі багатовимірні експертні оцінки, які вимірюються в шкалах порядку. Нехай характеристика «стаж роботи» має дві градації  $w_1 = (t_1^1, t_2^1)$ , де  $t_1^1$  – стаж роботи за профілем підприємства,  $t_2^1$  – стаж роботи з програмованими логічними матрицями та відповідним програмним забезпеченням. Припустимо, що характеристика «рівень кваліфікації» має три градації  $w_2 = (t_1^2, t_2^2, t_3^2)$ , де  $t_1^2$  – володіння іноземними мовами,  $t_2^2$  – володіння мовами програмування із заданого переліку,  $t_3^2$  – стаж роботи у провідних галузевих підприємствах. Нехай  $m = 2$  – кількість вакансій,  $X = \{x_i\}_{i=1}^p$  – множина  $p$  претендентів. Задамо кількість претендентів  $p = 4$ . Нехай характеристика «кількість друкованих статей, патентів актів впровадження» ідеального претендента дорівнює 10, а інших претендентів, відповідно, дорівнює  $(1; 5; 4; 6)$ .

Нехай менеджер поставив такі оцінки градаціям  $t_1^1, t_2^1$  характеристики  $w_1$  претендентам на вакансії, а саме:  $x_1 - (0, 6; 0, 9)$ ,  $x_2 - (0, 5; 0, 4)$ ,  $x_3 - (0, 3; 0, 7)$ ,  $x_4 - (0, 4; 0, 5)$ . Вважаємо, що ідеальний претендент має максимальне значення градацій характеристики  $w_1$ ,  $x_{id} - (1; 1)$ . Тоді, за градаціями  $t_1^1, t_2^1$  характеристики  $w_1$  отримаємо такі послідовності оцінок, які були поставлені менеджером:

$$\begin{aligned} (t_1^1(x_1), t_1^1(x_2), t_1^1(x_3), t_1^1(x_4), t_1^1(x_{id})) &= (0, 6; 0, 5; 0, 3; 0, 4; 1), \\ (t_2^1(x_1), t_2^1(x_2), t_2^1(x_3), t_2^1(x_4), t_2^1(x_{id})) &= (0, 9; 0, 4; 0, 7; 0, 5; 1). \end{aligned}$$

Відповідний вектор рангів оцінок  $t_1^1$ , упорядкованих за зростанням, для послідовності  $(x_1, x_2, x_3, x_4, x_{id})$  матиме вигляд:  $(r_1^1(x_1), r_1^1(x_2), r_1^1(x_3), r_1^1(x_4), r_1^1(x_{id})) = (4; 3; 1; 2; 5)$ .

За аналогією, запишемо вектор рангів оцінок  $t_2^1$ :  $(r_2^1(x_1), r_2^1(x_2), r_2^1(x_3), r_2^1(x_4), r_2^1(x_{id})) = (4; 1; 3; 2; 5)$ .

Так як значення рангів є інваріантними до допустимих (монотонних) перетворень у шкалі порядку, то значення функцій належності нечітких характеристик  $w_1, w_2$  обчислюємо шляхом ділення рангових оцінок на максимальне значення рангу, що дорівнює 5. Тоді, для упорядкованої сукупності  $(x_1, x_2, x_3, x_4, x_{id})$ , відповідно, отримаємо значення функцій належності оцінок  $t_1^1$  і  $t_2^1$ :

$$\begin{aligned} (\eta_{x_1}(t_1^1), \eta_{x_2}(t_1^1), \eta_{x_3}(t_1^1), \eta_{x_4}(t_1^1), \eta_{x_{id}}(t_1^1)) &= (0, 8; 0, 6; 0, 2; 0, 4; 1), \\ (\eta_{x_1}(t_2^1), \eta_{x_2}(t_2^1), \eta_{x_3}(t_2^1), \eta_{x_4}(t_2^1), \eta_{x_{id}}(t_2^1)) &= (0, 8; 0, 2; 0, 6; 0, 4; 1). \end{aligned}$$

Нехай менеджер поставив для претендентів такі оцінки градаціям  $t_1^2, t_2^2, t_3^2$  характеристики  $w_2$ :  $x_1 - (0, 8; 0, 7; 0, 3)$ ,  $x_2 - (0, 3; 0, 6; 0, 8)$ ,  $x_3 - (0, 5; 0, 9; 0, 2)$ ,  $x_4 - (0, 6; 0, 8; 0, 6)$ . Ідеальний претендент має максимальне значення градацій характеристики  $w_2$ ,  $x_{id} - (1; 1; 1)$ . Запишемо послідовності оцінок менеджером градацій  $t_1^2, t_2^2, t_3^2$  характеристики  $w_2$ :

$$\begin{aligned} (t_1^2(x_1), t_1^2(x_2), t_1^2(x_3), t_1^2(x_4), t_1^2(x_{id})) &= (0, 8; 0, 3; 0, 5; 0, 6; 1), \\ (t_2^2(x_1), t_2^2(x_2), t_2^2(x_3), t_2^2(x_4), t_2^2(x_{id})) &= (0, 7; 0, 6; 0, 9; 0, 8; 1), \\ (t_3^2(x_1), t_3^2(x_2), t_3^2(x_3), t_3^2(x_4), t_3^2(x_{id})) &= (0, 3; 0, 8; 0, 2; 0, 6; 1). \end{aligned}$$

Для послідовності  $(x_1, x_2, x_3, x_4, x_{id})$  відповідний вектор рангів оцінок  $t_1^2$  матиме такий вигляд:  $(r_1^2(x_1), r_1^2(x_2), r_1^2(x_3), r_1^2(x_4), r_1^2(x_{id})) = (4; 1; 2; 3; 5)$ .

Запишемо вектор рангів оцінок  $t_2^2 - (r_2^2(x_1), r_2^2(x_2), r_2^2(x_3), r_2^2(x_4), r_2^2(x_{id})) = (2; 1; 4; 3; 5)$ , і вектор рангів оцінок  $t_3^2 - (r_3^2(x_1), r_3^2(x_2), r_3^2(x_3), r_3^2(x_4), r_3^2(x_{id})) = (2; 4; 1; 3; 5)$ .

Значення функцій належності нечітких градацій  $t_1^2, t_2^2, t_3^2$  обчислюємо шляхом ділення рангових оцінок на максимальне значення рангу, яке дорівнює 5. Таким чином, для упорядкованої сукупності  $(x_1, x_2, x_3, x_4, x_{id})$  отримаємо значення функцій належності оцінок  $t_1^2, t_2^2, t_3^2$ :

$$\begin{aligned} (\eta_{x_1}(t_1^2), \eta_{x_2}(t_1^2), \eta_{x_3}(t_1^2), \eta_{x_4}(t_1^2), \eta_{x_{id}}(t_1^2)) &= (0, 8; 0, 2; 0, 4; 0, 6; 1), \\ (\eta_{x_1}(t_2^2), \eta_{x_2}(t_2^2), \eta_{x_3}(t_2^2), \eta_{x_4}(t_2^2), \eta_{x_{id}}(t_2^2)) &= (0, 4; 0, 2; 0, 8; 0, 6; 1), \\ (\eta_{x_1}(t_3^2), \eta_{x_2}(t_3^2), \eta_{x_3}(t_3^2), \eta_{x_4}(t_3^2), \eta_{x_{id}}(t_3^2)) &= (0, 4; 0, 8; 0, 2; 0, 6; 1). \end{aligned}$$

Для оцінки міри схожості претендента  $x_p \in X$  ( $p \in \{1, 2, 3, 4\}$ ) з ідеальним претендентом  $x_{id}$  використовуємо  $K_{lingv}(x_p, x_{id})$ , який обчислюємо так:

$$K_{lingv}(x_p, x_{id}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_i(x_p, x_{id}), \quad k_i(x_p, x_{id}) = \tilde{\tau}_i^*(\tilde{D}_{x_p}^i, \tilde{D}_{x_{id}}^i),$$

$$\tilde{\tau}_i^*(\tilde{D}_{x_p}^i, \tilde{D}_{x_{id}}^i) = \left( \sum_{j=1}^{m(w_i)} \min(\eta_{x_p}(t_j^i), \eta_{x_{id}}(t_j^i)) \right) / \left( \sum_{j=1}^{m(w_i)} \max(\eta_{x_p}(t_j^i), \eta_{x_{id}}(t_j^i)) \right),$$

де  $k_i(x_p, x_{id})$  – парціальний КЛК, який визначає значення парціальної міри схожості на множині емпіричних об'єктів  $X \times X$  за властивістю  $w_i \in W$ ;  $\tilde{\tau}_i^*(\tilde{D}_{x_p}^i, \tilde{D}_{x_{id}}^i)$  – парціальна міра схожості у математичній моделі за властивістю  $w_i \in W$ ;  $\tilde{D}_{x_p}^i$  та  $\tilde{D}_{x_{id}}^i$  – результати вимірювань значень властивості  $w_i \in W$ , відповідно, елементів  $x_p \in X$  та  $x_{id} \in X$ ;  $n = 3$  – загальна кількість властивостей;  $\eta_{x_p}(t_j^i)$  та  $\eta_{x_{id}}(t_j^i)$  визначають міру належності значення  $t_j^i$  властивості  $w_i$ , відповідно, елементів  $x_p, x_{id}$ ;  $m(w_1) = 2$ ,  $m(w_2) = 3$ ,  $m(w_3) = 1$ .

Тоді, за вищенаведеними формулами отримаємо:

$$k_1(x_1, x_{id}) = (0, 8 + 0, 8) / 2 = 0, 80; \quad k_2(x_1, x_{id}) = (0, 8 + 0, 4 + 0, 4) / 3 = 0, 53; \quad k_3(x_1, x_{id}) = 0, 1;$$

$$K_{lingv}(x_1, x_{id}) = (0, 80 + 0, 53 + 0, 1) / 3 = 0, 48;$$

$$k_1(x_2, x_{id}) = (0, 6 + 0, 2) / 2 = 0, 40; \quad k_2(x_2, x_{id}) = (0, 2 + 0, 2 + 0, 8) / 3 = 0, 40; \quad k_3(x_2, x_{id}) = 0, 5;$$

$$K_{lingv}(x_2, x_{id}) = (0, 40 + 0, 40 + 0, 5) / 3 = 0, 43.$$

$$k_1(x_3, x_{id}) = (0, 2 + 0, 6) / 2 = 0, 40; \quad k_2(x_3, x_{id}) = (0, 4 + 0, 8 + 0, 2) / 3 = 0, 47; \quad k_3(x_3, x_{id}) = 0, 4;$$

$$K_{lingv}(x_3, x_{id}) = (0, 40 + 0, 47 + 0, 4) / 3 = 0, 42;$$

$$k_1(x_4, x_{id}) = (0, 4 + 0, 4) / 2 = 0, 40; \quad k_2(x_4, x_{id}) = (0, 6 + 0, 6 + 0, 6) / 3 = 0, 60; \quad k_3(x_4, x_{id}) = 0, 6;$$

$$K_{lingv}(x_4, x_{id}) = (0, 6 + 0, 4 + 0, 6) / 3 = 0, 53.$$

Згідно проведеним обчисленням маємо

$$K_{lingv}(x_4, x_{id}) > K_{lingv}(x_1, x_{id}) > K_{lingv}(x_2, x_{id}) > K_{lingv}(x_3, x_{id}).$$

Отже, робимо висновок: отримані оцінки конкурентоспроможності претендентів, що обчислені за допомогою КЛК, і для яких використані експертні оцінки багатовимірних нечітких характеристик, дві з яких подані в шкалах порядку, а одна в абсолютній шкалі, стверджують, що одну із двох вакансій слід запропонувати претенденту  $x_4$ , а другу вакансію слід запропонувати претенденту  $x_1$ .

### Висновки

Запропоновано процедуру формалізації та розв'язування задач упорядкування та вибору претендентів на вільні робочі місця підприємства за наявності нечіткої експертної інформації, яка забезпечує можливість уникнути побудови згортки значень характеристик, вимірюваних за різними шкалами, та забезпечує інваріантність розв'язку при допустимих перетвореннях результатів вимірювань. Розв'язок задач ґрунтується на окремому порівнянні одиниць характеристик еталону (претендента з найкращими характеристиками відносно посади або професії) і характеристик наявних претендентів на основі використання коефіцієнту лінгвістичної кореляції. Приведено приклад формалізації та розв'язування однієї задачі вибору щодо призначення за конкурсом кращих кандидатів з наявних претендентів на вакантні посади промислового підприємства при вимірюванні їхніх характеристик за шкалами порядку та абсолютною шкалою.

Запропонований підхід може бути основою для розробки алгоритмів розв'язання задач упорядкування та вибору в умовах невизначеності, обумовленої нечіткістю та наявністю початкових даних, які визначені у різних шкалах.

### Список використаної літератури

1. Портер М. Конкуренция. М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. 96 с.
2. Овчаренко Г.М., Шабрацький С.В. Конкурентоспроможність персоналу та її вплив на формування нематеріальних активів підприємства. URL: <http://www.ukr.vipreshebnik.ru/upr-presonal/4359-konkurentospromozhnist-personaluta-jijji-vpliv-na-formuvannya-nematerialnikh-aktivvipdriemstva.html>
3. Олійник А.С., Піхуля О.Г., Романова О.В., Лопан А.М. Конкурентоспроможність персоналу як складова ефективної діяльності підприємства. *Економіка&Держава*. 2020. № 1. С. 97 – 101.
4. Полоус О.В., Лукій Т.Р. Конкурентоспроможності людського капіталу в умовах глобалізації. *Причорноморські економічні студії*. 2018. Випуск 35. С. 16 – 21. 5.pdf (bses.in.ua).
5. Грішнова О., Шпирко О. Конкурентоспроможність персоналу підприємства: критерії визначення та показники вимірювання. *Україна: аспекти праці*. 2004. № 3. С. 3 – 9.
6. Зак Ю.А. Кластерный анализ для многомерных объектов в условиях нечетких данных. *System Research & Information Technologies*. 2021. № 2. С. 18 – 34. DOI: 10.20535/SRIT.2308-8893.2021.2.02



7. Шусторович А.М. Об адекватных парных мерах сходства в задачах распознавания образов с разнородными признаками. *Вопросы обработки информации при проектировании систем*. Новосибирск: ИМ СО АН СССР, 1977. С. 147 – 152.
8. Миркин Б.Г. Анализ качественных признаков и структур. М.: Статистика, 1980. 319 с.
9. Информатика в Україні: становлення, розвиток, проблеми. /Сергієнко І.В.; за заг. ред. Капітонова Ю.В., Лебедева Т.Т. Київ: НАН України, Ін-т кібернетики імені В.М. Глушкова. Київ: Наукова думка, 1999. 354 с.
10. Boluki Sh., Dadanech S.Z., Quin X., Dougherty E.R. Optimal clustering with missing values. *BMC Bioinformatics*. 20 (12):321. 2019. <https://doi.org/10.1186/s12859-019-2832-3>
11. Wagstaff K. Clustering with Missing Values: No Imputation Required. In: Classification, Clustering, and Data Mining Applications. *Proceedings of the Meeting of the International Federation of Classification Societies (IFCS)*. Illinois Institute of Technology, Chicago, 15–18 July 2004. P. 649–658. 2004. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-17103-1\\_61](https://doi.org/10.1007/978-3-642-17103-1_61)
12. Hulianytskyi L., Riasna I. On Fuzzy Similarity Relations for Heterogeneous Fuzzy Sets. *II International Scientific Symposium «Intelligent Solutions» IntSol-2021, September 28–30, 2021, Kyiv-Uzhhorod, Ukraine IntSol*, 48 – 59. CEUR-WS.org/vol-3018/Paper\_5.pdf
13. Hussain A., Ullah K., Alshahrani M.N., Yang M.S., Pamucar D. Novel Aczel-Alsina operators for Pythagorean fuzzy sets with application in multi-attribute decision making. *Symmetry*. 2022. 14. P. 940. <https://doi.org/10.3390/sym14050940>
14. Liu D., Chen X., Peng D. Some cosine similarity measures and distance measures between q-rung orthopair fuzzy sets. *Int. J. Intell. Syst.* 2019. 34. P. 1572 – 1587. <https://doi.org/10.1002/int.22108>
15. Peng X., Liu L. Information measures for q-rung orthopair fuzzy sets. *Int. J. Intell. Syst.* 2019. 34. P. 1795 – 1834. <https://doi.org/10.1002/int.22115>
16. Yang M.S., Ali Z., Mahmood T. Three-way decisions based on q-rung orthopair fuzzy 2-tuple linguistic sets with generalized Maclaurin symmetric mean operators. *Mathematics*. 2021. 9. P. 1387. DOI:10.3390/math9121387
17. Joshi B.P., Gegov A. Confidence levels q-rung orthopair fuzzy aggregation operators and its applications to MCDM problems. *Int. J. Intell. Syst.* 2020. 35. P. 125 – 149. <https://doi.org/10.1002/int.22203>
18. Орлов А.И. Объекты нечисловой природы. *Заводская лаборатория*. 1995. 61. № 3. С. 41 – 52.
19. Kukush A., Senko I. Prediction in polynomial errors-in-variables models. *Modern Stochastics: Theory and Applications*. 7(2). P. 203 – 219. 2020. <https://doi.org/10.15559/20-VMSTA154>
20. Sen'ko I. O. The asymptotic normality of an adjusted least squares estimator in a multivariate vector errors-in-variables regression model. *Theor. Probability and Math. Statist.* 88. P. 175 – 190. 2014. <https://doi.org/10.1090/S0094-9000-2014-00929-1>
21. Simon H.A., Newell A. Heuristic problems solving: the next advance in operation research. *Operation Reserch*. 1958. v. 6. № 1. P. 1 – 10. <https://www.jstor.org/stable/167397>
22. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта: /под ред. Д.А. Поспелова. М.: Наука, 1986. 312 с.
23. Zadeh L.A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. *Information Sciences*. 1975. v. 8. P. 199 – 249. [https://doi.org/10.1016/0020-0255\(75\)90036-5](https://doi.org/10.1016/0020-0255(75)90036-5)

#### References

1. Porter, M. (2003). Competition: M.: Williams Publishing House. [in Russian].
2. Ovcharenko, G.M., Shabratsky, S.V. Competitiveness to the staff and її having invested in the formation of intangible assets of the enterprise. [in Ukrainian]. URL: <http://www.ukr.vipreshebnik.ru/upr-presonal/4359-konkurentospromozhnist-personaluta-jiji-vpliv-na-formuvannya-nematerialnikh-aktivivpidpriemstva.html>
3. Oliynik, A.S., Pikhulya, O.G., Romanova, O.V., Lopan, A.M. (2020). Competitiveness of the personnel as a warehouse for efficient operation of the enterprise. *Economy&State*. No. 1. 97 – 101. [in Ukrainian].
4. Polous, O.V., Lukiy, T.R. (2018). Competitiveness of human capital in the minds of globalization. *Prychornomorsk economic studios*. Issue 35. 16 – 21. [in Ukrainian]. 5.pdf (bses.in.ua)
5. Grishnova, O., Shpirko, O. (2004). Competitiveness of the personnel of the enterprise: criteria for the appointment and showing of vimiruvannya. *Ukraine: aspects of practice*. No. 3. 3 – 9. [in Ukrainian].
6. Zak, Yu.A. (2021). Cluster analysis for multidimensional objects in conditions of fuzzy data. *System Research & Information Technologies*. № 2. 18 – 34. [in Russian]. DOI: 10.20535/SRIT.2308-8893.2021.2.02
7. Shustorovich, A.M. (1977). On adequate pair measures of similarity in problems of pattern recognition with heterogeneous features. *Issues of information processing in the design of systems*. Novosibirsk: IM SO AN SSSR. 147 – 152. [in Russian].
8. Mirkin, B.G. (1980). Analysis of qualitative features and structures: M.: Statistics. [in Russian].
9. Informatics in Ukraine: formation, development, problems. (1999). /Sergienko I.V.; in general ed. Kapitonova Yu.V., Lebedeva T.T. Kyiv: NAS of Ukraine, Institute of Cybernetics named after V.M. Hlushkova: Kyiv: Naukova dumka. [in Ukrainian].

10. Boluki, Sh., Dadanech, S.Z., Quin X., Dougherty, E.R. (2019). Optimal clustering with missing values. *BMC Bioinformatics*. 20 (12):321. [in English]. <https://doi.org/10.1186/s12859-019-2832-3>
11. Wagstaff, K. (2004). Clustering with Missing Values: No Imputation Required. In: Classification, Clustering, and Data Mining Applications. *Proceedings of the Meeting of the International Federation of Classification Societies (IFCS), Illinois Institute of Technology, Chicago, 15–18 July 2004*. 649–658. [in English]. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-17103-1\\_61](https://doi.org/10.1007/978-3-642-17103-1_61)
12. Hulianytskyi, L., Riasna, I. (2021). On Fuzzy Similarity Relations for Heterogeneous Fuzzy Sets. *II International Scientific Symposium «Intelligent Solutions» IntSol-2021, September 28–30, Kyiv-Uzhhorod, Ukraine IntSol*, 48 – 59. [in English]. [CEUR-WS.org/vol-3018/Paper\\_5.pdf](https://www.ceur-ws.org/vol-3018/Paper_5.pdf)
13. Hussain, A., Ullah, K., Alshahrani, M.N., Yang, M.S., Pamucar, D. (2022). Novel Aczel-Alsina operators for Pythagorean fuzzy sets with application in multi-attribute decision making. *Symmetry*. 14. 940. [in English]. <https://doi.org/10.3390/sym14050940>
14. Liu, D., Chen, X., Peng, D. (2019). Some cosine similarity measures and distance measures between q-rung orthopair fuzzy sets. *Int. J. Intell. Syst.* 34. 1572 – 1587. [in English]. <https://doi.org/10.1002/int.22108>
15. Peng, X., Liu, L. (2019). Information measures for q-rung orthopair fuzzy sets. *Int. J. Intell. Syst.* 34. 1795 – 1834. [in English]. <https://doi.org/10.1002/int.22115>
16. Yang, M.S., Ali, Z., Mahmood, T. (2021). Three-way decisions based on q-rung orthopair fuzzy 2-tuple linguistic sets with generalized Maclaurin symmetric mean operators. *Mathematics*. 9. 1387. [in English]. doi:10.3390/math9121387
17. Joshi, B.P., Gegov, A. (2020). Confidence levels q-rung orthopair fuzzy aggregation operators and its applications to MCDM problems. *Int. J. Intell. Syst.* 35. 125 – 149. [in English]. <https://doi.org/10.1002/int.22203>
18. Orlov, A.I. (1995). Objects of non-numerical nature. *Factory laboratory*. 61, No. 3. 41 – 52. [in Russian].
19. Kukush, A., Senko, I. (2020). Prediction in polynomial errors-in-variables models. *Modern Stochastics: Theory and Applications*. 7(2). 203 – 219. [in English]. <https://doi.org/10.15559/20-VMSTA154>
20. Sen'ko, I. O. (2014). The asymptotic normality of an adjusted least squares estimator in a multivariate vector errors-in-variables regression model. *Theor. Probability and Math. Statist.* 88, 175 – 190. (2014). [in English]. <https://doi.org/10.1090/S0094-9000-2014-00929-1>
21. Simon, H.A., Newell, A. (1958). Heuristic problems solving: the next advance in operation research. *Operation Reserch*. v. 6. № 1. 1 – 10. [in English].
22. Pospelov, D. A. (ed.) (1986). *Fuzzy Sets in Models of Control and Artificial Intelligence*: Nauka: Moscow. [in Russian].
23. Zadeh, L.A. (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. *Information Sciences*. v. 8. 199 – 249. [in English]. [https://doi.org/10.1016/0020-0255\(75\)90036-5](https://doi.org/10.1016/0020-0255(75)90036-5)

## УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ

УДК 336.226.1

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2022.3.11>

О. В. АРТЮХ

Одеський національний економічний університет

ORCID: 0000-0002-8845-8002

Ю. Ю. МАТВІЙЧУК

Одеський національний економічний університет

ORCID: 0000-0003-2345-098X

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ОПОДАТКУВАННЯ ДОХОДІВ ФІЗИЧНИХ ОСІБ:  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТА МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД**

*Податок на доходи фізичних осіб є одним з небагатьох податків, що має багату історію. У багатьох країнах цей вид податку з'явився на межі 18–19 ст.*

*Оподаткування доходів фізичних осіб займає ключове місце у податковій системі переважної кількості країн. Податок на доходи фізичних осіб є найпоширенішим у світовій практиці податком, що сплачується з особистих доходів населення. Цей податок стоїть у центрі будь-якої податкової системи, а також є одним з основних джерел формування доходної частини бюджетної системи. У цій роботі представлено результати аналізу різних підходів до визначення елементів податку на доходи фізичних осіб за кордоном, за підсумками якого виявлено сучасні тенденції розвитку систем оподаткування у різних країнах. Підкреслено, що для досягнення соціальної справедливості оподаткування уряди країн із найвищим рівнем життя застосовують прогресивну ставку прибуткового податку, де розмір ставки повністю залежить від суми отриманого доходу за податковий період.*

*З урахуванням закордонного досвіду у статті сформульовано пропозиції щодо реформування шкали оподаткування доходів фізичних осіб для вирішення наявних проблем оподаткування. Обґрунтовано, що удосконалення оподаткування можливе лише при введенні прогресивної шкали оподаткування доходів громадян. Зазначено, що для ефективності прогресивної шкали необхідно легалізувати доходи громадян країни, подолати корупцію, створити дієвий механізм податкового контролю в Україні і, нарешті, підвищити авторитет податкових органів. Запропоновано зменшувати базу оподаткування, враховуючи витрати громадян та соціальний статус. За результатами дослідження надано шляхи удосконалення оподаткування податку з доходів фізичних осіб в Україні.*

**Ключові слова:** оподаткування фізичних осіб, податок з доходів фізичних осіб, ПДФО, податкова ставка, податкова система, закордонний досвід, пропорційне оподаткування, прогресивне оподаткування.

O. V. ARTYUH

Odessa National Economic University

ORCID: 0000-0002-8845-8002

Yu. Yu. MATVIYCHUK

Odessa National Economic University

ORCID: 0000-0003-2345-098X

**TOPICAL ISSUES OF PERSONAL INCOME TAXATION:  
NATIONAL AND INTERNATIONAL EXPERIENCE**

*Personal income tax is one of the few taxes that has a rich history. In many European countries this type of tax appeared at the turn of the 18th–19th centuries.*

*Personal income taxation occupies a key place in the tax system of most countries. Personal income tax is the most widespread tax in the world practice, which is paid from personal income of the population. This tax is in the center of any tax system, and is one of the main sources of formation of the revenue part of the budget system. This paper presents the results of the analysis of various approaches to the definition of the elements of personal income tax abroad, as a result of which modern trends in the development of taxation systems in different countries. It was emphasized that in order to achieve social justice in taxation, the governments of the countries with the highest standard of living apply a progressive income tax rate, where the rate depends entirely on the amount of income received during the tax period.*

*Taking into account foreign experience, the article formulates proposals for reforming the personal income taxation scale to solve the existing problems of taxation. It is substantiated that improvement of taxation is possible only with the introduction of a progressive income tax scale. It is noted that for the effectiveness of the progressive scale it is necessary to legalize the income of citizens of the country, to overcome corruption, to create an effective mechanism of tax control in Ukraine and, finally, to increase the authority of tax authorities. It was proposed to reduce the tax base, taking into account the expenses of citizens and social status. According to the results of the study, the ways to improve the taxation of personal income tax in Ukraine are proposed.*

**Key words:** taxation of individuals, income tax, PIT, tax rate, tax system, foreign experience, proportional taxation, progressive taxation.

### Постановка проблеми

Головним джерелом доходів державного бюджету є податкові надходження. У системі податкових надходжень значну роль відводять податку доходи фізичних осіб. Цей податок відноситься до прямих податків, і він існує практично у всіх економічно розвинених країнах світу.

Податок на доходи фізичних осіб вилучається у грошовому вигляді за звітний рік та враховується на основі загального заробітку фізичних осіб. За рахунок вилучення частини коштів фізичних осіб забезпечуються надходження до бюджетів різних рівнів.

Оподаткування фізичних осіб є найважливішим елементом податкової системи будь-якої держави, являючи собою не тільки економічний, а й соціальний важіль управління. Вчені-економісти у своїх працях неодноразово висували ідеї того, що досягти соціальну справедливість у суспільстві та знизити рівень розриву між доходами багатих та бідних можливо шляхом застосування на практиці механізмів прогресивного оподаткування як доходів, так і майна фізичних осіб елементами оподаткування розкоші та понад доходи. Ідеї Дж. М. Кейнса, Д. Локка, В. Петті знайшли своє втілення в податкових системах країн з розвинутою ринковою економікою. Розроблені А. Смітом та доповнені А. Вагнером базові принципи оподаткування у ХХ столітті були уточнені з урахуванням реалій економічної та фінансової теорії та практики і в даний час сформовані у певну систему. Особливе місце посідає принцип рівності і справедливості, згідно з яким платники податків повинні брати матеріальну участь у фінансуванні потреб держави сумірно з доходами, які вони отримують під заступництвом і за підтримки держави [1].

Незважаючи на те, що з моменту обґрунтування цього принципу пройшло майже два з половиною століття і наука про оподаткування присунулась далеко вперед, проблема формування справедливого оподаткування дотепер залишається однією з найбільш дискусійних у податковій галузі.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Різні аспекти теорії та практики прямого оподаткування в нашій країні досліджували такі провідні українські та закордонні вчені: О. Д. Василик, В. М. Гейц, І. О. Лютий, Т. І. Єфименко, В. Г. Корнус, М. Ю. Портер, А. М. Соколова, С. І. Юрій, І. М. Бурден, В. І. Прокопенко, Ю. В. Ільницький. Водночас на цьому етапі розвитку країни необхідно продовжити дослідження стану прямого оподаткування та напрямів його вдосконалення. Таким чином, дослідження сформованої проблеми є актуальним. Крім того, актуальність дослідження зумовлена і тим, що податок на доходи фізичних осіб є найпоширенішим у світовій практиці податком, що сплачується з особистих доходів населення. Цей податок стоїть у центрі будь-якої податкової системи, а також є одним з основних джерел формування доходної частини бюджетної системи.

### Формування мети дослідження

Метою роботи є дослідження особливостей оподаткування доходів фізичних осіб у зарубіжних країнах та подальше визначення шляхів удосконалення прямого оподаткування в Україні.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Прибутковий податок у кожній країні має свої особливості, зумовлені історичними, політичними, економічними та іншими чинниками. Однак можна виділити загальні риси, характерні для більшості розвинутих країн. В даний час у світі існує кілька способів стягування податку на доходи фізичних осіб:

1) Залежно від сімейного статусу платника податків:

- індивідуальне оподаткування;
- сімейне оподаткування (податок стягується із загального доходу сім'ї);

2) Залежно від постійного чи непостійного резидентства:

- доходи постійних резидентів оподатковуються незалежно від місця їх отримання;
- доходи непостійних резидентів, які виплачуються за межами країни, не оподатковуються;
- доходи нерезидентів оподатковуються лише у країні отримання цього доходу.

3) Залежно від ставок оподаткування:

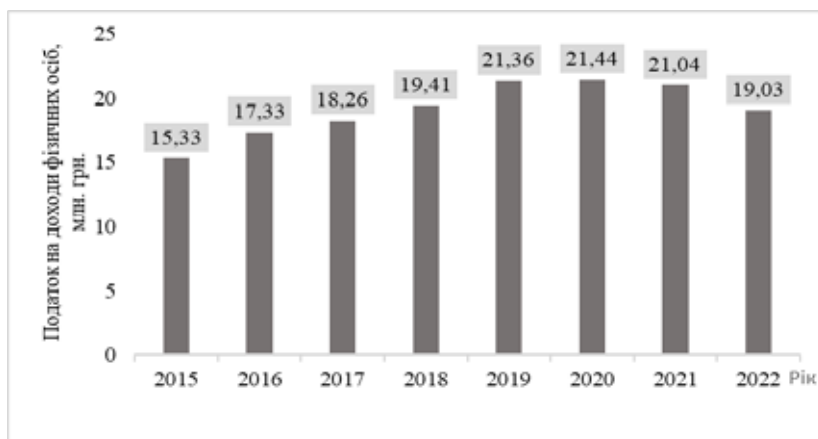
- пропорційне оподаткування – податкова ставка є фіксованою для будь-якої величини доходу;
- прогресивне оподаткування – ставка податку з доходу фізичних осіб збільшується зі збільшенням доходу [2].

Є країни, які повністю відмовились від стягнення прибуткового податку зі своїх громадян. До таких країн відносяться Бермуди, Багами, Андорра, Монако, Бахрейн, Кувейт, Оман, які поповнюють свій бюджет за рахунок продажу нафти, і навіть доходів від туризму.

В Україні податок на доходи фізичних осіб є одним з бюджетоутворюючих податків, який регулюється IV розділом Податкового Кодексу України. Це найбільший прямий податок із громадян в Україні.

Його питома вага у доходах зведеного бюджету України зазвичай підвищується, як це видно з рис. 1.

В Україні діє так званий пропорційний податок на доходи фізичних осіб: кожен громадянин, відповідно положення, передбаченого у пункті 167.1 Податкового кодексу країни, віддає державі однакову частку свого доходу у розмірі 18%. Платниками податку є резиденти і нерезиденти країни, які отримують офіційний дохід на території України. Утримання цього податку відноситься як до фізичних осіб, підприємців, самозайнятих осіб, так і до роботодавців [4].



**Рис. 1. Частка ПДФО у податкових надходженнях зведеного бюджету України 2015–2022 рр.**

Джерело: складено за матеріалами [3]

Станом на 2022 рік Україна входить до списку країн із найнижчими податками на доходи фізичних осіб (таблиця 1).

Таблиця 1

**Найнижчі податки на доходи фізичних осіб в окремих країнах**

Країна	Розмір ставки податку, %
Болгарія	10
Литва	15
Угорщина	16
Румунія	16
Україна	18
Чорногорія	19
Словаччина	19

(складено за матеріалами [5])

Для досягнення соціальної справедливості оподаткування, уряди країн із найвищим рівнем життя застосовують прогресивну ставку прибуткового податку, де розмір ставки повністю залежить від суми отриманого доходу за податковий період.

Так, прогресивним є податок на доходи фізичних осіб у Японії. Це означає, що виплати нараховують лише на чистий дохід кожної особи. Вирахування податку на доходи в Японії здійснюється щомісяця автоматично. Ставка податку залежить від розміру доходів та нараховується відповідно до таблиці 2.

Таблиця 2

**Податок на доходи фізичних осіб у Японії**

Розмір доходу, що підлягає податкам, ієн	Розмір ставки податку, %
до 1 950 000	5
від 1 950 000 до 3 350 000	10
від 3 350 000 до 6 900 000	20
від 6 900 000 до 9 000 000	24
від 9 000 000 до 18 000 000	33
від 18 000 000 до 40 000 000	40
понад 40 000 000	45

(складено за матеріалами [6])

Приймають виплати муніципальні, префектурні та національні установи. Основа способу стягування коштів – статус резидента. Його визначає час, протягом якого той жив у Японії.

- Нерезиденти. До них належать ті, хто іммігрував до Японії і жив там менше 12 місяців. Такі громадяни сплачують податок лише на той дохід, який вони мали у цій країні.

• Непостійні резиденти. Це люди без японського громадянства, але мешкають у країні від 5 до 10 років. Вони також мають робити податкові відрахування, але лише на одержану зарплату у Японії. Якщо є доходи за межами держави, з них повинні відраховуватися кошти лише у тому випадку, якщо заробіток переводиться до Японії.

• Резиденти. Такими є громадяни із постійним місцем життєдіяльності. Податком оподатковуються всі їхні доходи незалежно від територіального розташування.

Для проведення розрахунків враховуються всі види надходжень:

- дивіденди;
- зарплати;
- пенсії;
- доходи від здачі у найм нерухомості;
- прибутки від діяльності комерційних фірм [6].

Податки Японії для фізичних осіб забезпечують значну частину фінансових надходжень бюджету. Метод оподаткування цими податками досить складний: береться загальний дохід протягом року, з нього здійснюються передбачені законом відрахування, сума множиться на встановлену ставку, а з отриманого результату віднімаються податкові пільги.

Хоча в Японії досить високі ставки, існує значний неоподатковуваний мінімум, який враховує сімейний стан людини. Від сплати податку звільняються кошти, витрачені на лікування.

Багатодітні родини також мають додаткові податкові пільги. У своєму нинішньому вигляді система соціального забезпечення Японії включає три основні ланки – пенсійне забезпечення, медичне страхування та надання матеріальної підтримки окремим категоріям громадян (старим, інвалідам, самотніми матерями, малозабезпеченим, сім'ям з малолітніми дітьми тощо). Витрати на соціальне забезпечення фінансуються за рахунок кількох джерел, головними з яких є внески осіб, застрахованих у системі пенсійного та медичного страхування, та кошти державного бюджету, що формується у тому числі за рахунок податку на доходи фізичних осіб. Внески сплачуються рівними частками працівниками та роботодавцями [7].

Із країн Євросоюзу країною з найвищими прибутковими податками є Швеція. Прибутковий податок у Швеції у 2022 році стягується за прогресивною шкалою від 30 до 55%:

- з резидентів країни;
- з осіб, які раніше проживали тут та мають постійне житло;
- з нерезидентів, які перебувають у країні понад 183 дні.

Податок складається з двох частин:

- муніципальний – 28,8–34,2%;
- національний – 20–25%.

Національний податок сплачують ті, чий заробіток щорічно перевищує 401 100 крон (41 210 євро). Таким чином, у Швеції податок із зарплати стягується за шкалою, поданою у табл. 3.

Таблиця 3

#### Податок на доходи фізичних осіб у Швеції

Розмір доходу, шведські крони/євро	Податкова ставка, %
до 401 100 / 41 210	30
401 100–574 300 / 41 210–59 005	50
понад 574 300 крон / 59 005	55

(складено за матеріалами [8])

Податки у Швеції для фізичних осіб поділяються на:

- прибуток від підприємницької діяльності;
- прибуток від найманої роботи;
- прибуток від капіталу.

Податковий період становить один календарний рік. Річний звіт слід подавати до закінчення 7 місяців, наступних за звітним періодом. Якщо цей припис буде порушено, платника податків чекає штраф:

- 1000 шведських крон (102 євро) стягується за прострочення подання звіту фізичними особами;
- 40% від передбачуваного податку за приховування доходів або у разі подання недостовірної інформації до податкових органів Швеції.

Також тут передбачені відрахування, які являють собою витрати на отримання доходу, внески на обов'язкове медичне страхування та пенсійне забезпечення. Таким чином, особи, які отримують великі доходи, втрачають більшу їх частину, а незаможні верстви населення навпаки, отримують із бюджету більше, ніж платять [8].

Податок з доходів фізичних осіб у США income tax – головний вид відрахувань до державної скарбниці Америки. Податок з доходів у США є загальнообов'язковим для будь-яких фізичних осіб, які займаються якою-небудь

оплачуваною діяльністю на території цієї держави незалежно від того, чи є ці особи громадянами Америки. Більше того, оскільки в країні на законних підставах працюють мільйони мігрантів, на них так само поширюється обов'язок зі сплати податку з доходів, незважаючи на те, що таких суб'єктів не можна віднести до резидентів. Тобто платниками є всі громадяни США, які проживають та працюють на території країни.

Важливою особливістю сплати цього виду відрахувань є те, що самотні платники вносять його за себе окремо, тоді як для одружених громадян доступна можливість сплати податку на доходи від усієї сім'ї. Останній варіант найчастіше виявляється особливо вигідним для тих осередків суспільства, в яких спостерігається значний розрив між рівнем доходів подружжя — у цьому випадку спільний розрахунок та сплата дозволяють оптимізувати витрати [9].

Податок з доходу у США платять з:

- заробітної плати;
- премій;
- бонусних виплат;
- компенсаційних виплат;
- дивідендів;
- доходу від оренди;
- відсотків від володіння капіталом;
- доходів від продажу нерухомості, земельних ділянок, корпоративних прав.
- доходів, отриманих від самостійної підприємницької діяльності.

Але при цьому податки в США для фізичних осіб передбачають безумовний неоподатковуваний мінімум доходу — з нього ніколи і за жодних обставин не сплачують жодного долара. Розмір цього мінімуму залежить від безлічі різноманітних соціальних факторів: сімейний статус, наявність дітей та онуків, вдова/вдівець тощо [10].

Податок на доходи у США належить до прогресивних за аналогією з корпоративним. Ставка федерального внеску для фізичних осіб коливається в діапазоні від 14 до 38%. Рівень податкового навантаження в Америці залежить від 12-місячного доходу жителя штату. Чим він вищий, тим більшою буде для нього ставка [11]. Деякі штати додатково встановлюють свій платіж.

Для податку на доходи громадян також розроблено спеціальну шкалу, яка дозволяє визначити, яку ставку потрібно платити з кожної частини доходу, яка перевищує ту чи іншу граничну величину. Система розрахунку досить складна, потребує наявності спеціальних знань та навичок.

Більшість платників податків вважають за краще дотримуватися певних меж свого доходу, не перевищуючи їх, оскільки невелике перевищення буде скоріше мінусом, ніж плюсом — воно спричинить необхідність сплати прибуткового податку за вищою ставкою.

При сплаті податку на доходи враховується багато витрат громадян, що дозволяє значно зменшити базу, яка береться до уваги. Це стосується, перш за все, таких виплат як аліменти, витрати на іпотечне кредитування, кошти, витрачені на лікування та освіти тощо. Крім того, не включаються до складу оподаткованого доходу суми коштів, використані з благодійною метою [9].

Прибутковий податок штатів є основним джерелом доходу. Він виступає як регулятор економіки держави загалом і служить цілям розподілу національного доходу країни.

Податок на прибуток фізичних осіб у Німеччині зазвичай становить від 14 до 45% залежно від рівня доходу та інших факторів.

Податок на доходи фізичних осіб у Німеччині для фізичних осіб стягується за прогресивною шкалою залежно від суми доходу (табл. 4).

Таблиця 4

#### Податок на доходи фізичних осіб у Німеччині

Розмір доходу, євро	Податкова ставка, %
до 9 744	0
від 9 744 до 57 918	14
від 57 918 до 274 612	42
від 274 612	45

(складено за матеріалами [12])

Крім того, доходом вважаються прибуток від реалізації фінансових інструментів, таких як акції, дивіденди та відсотки. У цих випадках діє ставка 25% плюс податок на солідарність 5,5% від доходу [12].

Зобов'язані сплачувати прибутковий податок усі громадяни та резиденти Великобританії, які отримують дохід.

Працевлаштовані за контрактом зазвичай не переймаються сплатою податків. За них це робить роботодавець і видає зарплату вже з вирахуванням цього відсотка. Підприємці та фрілансери сплачують податки самостійно.

Податок на доходи фізичних осіб у Великобританії для фізичних осіб стягується за прогресивною шкалою залежно від суми доходу (табл. 5).

Таблиця 5

## Податок на доходи фізичних осіб у Англії, Уельсі та в Північній Ірландії в 2022 році

Розмір доходу, фунтів/рік	Податкова ставка, %
до 11 850	0
від 11 851 до 46 350	20
від 46 351 до 150 000	40
більше 150 000	45

(складено за матеріалами [13])

Оподаткування у Шотландії трохи відрізняється від інших частин країни.

У рік шотландці можуть заробляти до 12 500 фунтів і не сплачувати податки, а ті, у кого щорічний прибуток становить понад 150 000, повинні віддати до державної скарбниці 46% від заробітку [13].

#### Висновки

Як показує зарубіжний досвід, прогресивне оподаткування застосовується у поєднанні із широкою системою податкових відрахувань, пільг. Ще однією особливістю є неоподатковуваний дохід у поєднанні з сімейною системою оподаткування доходів фізичних осіб. Проте, вже багато років потому спостерігається тенденція до переходу низки країн від спільного оподаткування подружжя та сімей до обов'язкового чи добровільного роздільного оподаткування фізичних осіб. У деяких країнах, наприклад, у Нідерландах та Бельгії, можливість подання декларацій окремими фізичними особами поширюється лише на «зароблений» дохід, тоді як інвестиційний дохід включається до доходу того із подружжя, хто має більш високий дохід, та оподатковується у його складі. У Німеччині доходи подружжя можуть оподатковуватись як окремо, так і спільно, при цьому шкала ставок, що застосовується при спільній подачі декларації, призводить до такого ж податкового навантаження, як і у разі розподілу доходів на рівні частини з метою застосування індивідуальних шкіль оподаткування. У Великобританії декларації подаються на індивідуальній основі з обмеженим вирахуванням, що забезпечує звільнення для подружжя [14].

Сплата прибуткового податку в розвинених країнах здійснюється двома основними способами: утриманням у джерела та деклараційним. Терміни сплати податку встановлюються залежно від способу його сплати. Декларації про доходи за минулий рік подаються до фінансових чи податкових органів на початку нового податкового року, а сплата податку у джерела здійснюється щомісяця або щотижня (при отриманні заробітної плати), а також факт отримання дивідендів та інших виплат за іншими джерелами доходів [15].

Таким чином, проаналізувавши різні підходи до визначення елементів податку на доходи фізичних осіб за кордоном, можна встановити такі тенденції розвитку оподаткування доходів фізичних осіб у світі:

- відмова від подружнього та сімейного оподаткування доходів фізичних осіб на користь індивідуального оподаткування доходів;
- розширення бази з податку на доходи фізичних осіб шляхом включення сум, які раніше не обкладалися цим податком;
- використання прогресивного методу оподаткування для побудови шкали ставок податку на доходи з фізичних осіб;
- встановлення неоподаткованого мінімуму;
- встановлення двох основних способів сплати податку: утримання податку у джерела та деклараційного;
- у багатьох країнах світу склалася практика, за якої роботодавець та співробітник сплачують соціальні внески приблизно порівну.

Отже, на основі проведеного дослідження вважаємо, що вирішення проблеми прямого оподаткування, а саме, удосконалення оподаткування податку з доходів фізичних осіб можливе при введенні прогресивної шкали оподаткування, тобто чим вищий дохід, тим вище і податок, завдяки чому податки забезпечених людей сукупно перевищують податки незаможних верств населення. Адже єдина ставка ПДФО не може стати засобом регулювання перерозподілу доходів та пом'якшення різниці в доходах населення. Крім того, при сплаті податку на доходи пропонуємо зменшувати базу оподаткування, враховуючи витрати громадян. Перш за все, це стосується коштів, витрачених на лікування та освіту. Пропонуємо враховувати соціальні фактори (сімейний статус, наявність дітей тощо) при визначенні розміру неоподаткованого мінімуму доходу. Для ефективності прогресивної шкали необхідно легалізувати доходи громадян країни, подолати корупцію, створити дієвий механізм податкового контролю в Україні і, нарешті, підвищити авторитет податкових органів.

Таким чином, зі зміною податкової ставки ПДФО з'явиться можливість зберегти фіскальне значення податку та підвищити його соціальну справедливість. Поряд із реформуванням шкали оподаткування доходів фізичних осіб для вирішення наявних проблем необхідно вжити наступних заходів:

- підвищення рівня доходів населення;
- побудова системи соціальної підтримки населення;
- підвищення якості благ, що надаються державою;



- посилення відповідальності за податкові злочини;
- проведення роз'яснювальної та виховної роботи з платниками податків щодо усвідомлення того, що ухилення від виплат на користь державного бюджету - надзвичайно небезпечне діяння;
- підвищення рівня свідомості щодо сплати податків;
- поступове впровадження застосування прогресивних методів оподаткування.

Вважаємо, що найімовірніше, «прогресивна» ставка оподаткування доходів громадян – майбутнє податкової системи. Питання лише у тому, який саме зміст набуде ця ставка.

#### Список використаної літератури

1. Налогообложение. Электронный учебник / Развитие теории налогообложения URL: <http://tic.tsu.ru/www/uploads/nalog/page6.html>
2. Терехина А.П. Система и принципы налогообложения доходов физических лиц в развитых странах // Финансовое право. – 2017. – № 11.
3. Офіційний сайт Міністерства фінансів України URL: <https://index.minfin.com.ua>
4. Податковий кодекс України <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text>
5. Шувалов Н. Налоги в странах мира в 2022 году URL: <https://visasam.ru/emigration/vybor/nalogi-v-mire.html>
6. Шувалов Н. Налоги в Японии URL: <https://visasam.ru/emigration/asia/nalogi-v-yaponii.html>
7. Лебедева И.П. Система социального обеспечения Японии: достижения и проблемы // Японские исследования. – 2016. – № 4. – С. 23-35.
8. Какие налоги платят в Швеции в 2022 году URL: <https://emigranto.ru/evropa/shveciya/nalogi-shvetcii.html>
9. Private Finance International Service Налоги в США URL: <https://prifinance.com/nalogooblozhenie/nalogi-v-ssha/>
10. Иммиграция в США и налоги. Гайдлайн правильного переезда URL: <https://migronis.com/ru/blog/immigraciya-v-ssha-i-nalogi-gajdlajn-pravilnogo-pereezda>
11. Шувалов Н. Какой подходящий налог в США URL: <https://visasam.ru/emigration/canadausa/podohodnyj-nalog-v-ssha.html>
12. Global Impact Finance Ltd Налоги в Германии – все что надо знать URL: <https://www.monito.com/ru/wiki/nalogi-v-germanii#podohodnyj-nalog-v-germanii>
13. Кузнецова С. Уровень жизни и цены в Англии URL: <https://visasam.ru/emigration/europe-emigration/zhizn-v-anglii.html>
14. Романова Н.А. Зарубежный опыт налогообложения доходов физических лиц // Проблемы экономики и менеджмента. – 2017. – № 7.
15. Синенко О.А. Налогообложение физических лиц // Учебное пособие для студентов направления подготовки 38.03.01 «Экономика» вузов региона. Электронный ресурс. – Владивосток, 2016.

#### References

1. Nalogooblozheniye. Elektronnyy uchebnyy / Razvitiye teorii nalogooblozheniya URL: <http://tic.tsu.ru/www/uploads/nalog/page6.html>
2. Terekhina A.P. Sistema i printsipy nalogooblozheniya dokhodov fizicheskikh lits v razvitykh stranakh // Finansovoye pravo. – 2017. – № 11.
3. Ofitsiynyy sayt Ministerstva finansiv Ukrayiny URL: <https://index.minfin.com.ua>
4. Podatkovyy kodeks Ukrayiny <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text>
5. Shuvalov N. Nalogi v stranakh mira v 2022 godu URL: <https://visasam.ru/emigration/vybor/nalogi-v-mire.html>
6. Shuvalov N. Nalogi v Yaponii URL: <https://visasam.ru/emigration/asia/nalogi-v-yaponii.html>
7. Lebedeva I.P. Sistema sotsial'nogo obespecheniya Yaponii: dostizheniya i problemy // Yaponskiye issledovaniya. – 2016. – № 4. – С. 23-35.
8. Kakiye nalogi platyat v Shvetsii v 2022 godu URL: <https://emigranto.ru/evropa/shveciya/nalogi-shvetcii.html>
9. Private Finance International Service Nalogi v SSHA URL: <https://prifinance.com/nalogooblozhenie/nalogi-v-ssha/>
10. Immigratsiya v SSHA i nalogi. Gaydlayn pravil'nogo pereyezda URL: <https://migronis.com/ru/blog/immigraciya-v-ssha-i-nalogi-gajdlajn-pravilnogo-pereezda>
11. Shuvalov N. Kakoy podokhodnyy nalog v SSHA URL: <https://visasam.ru/emigration/canadausa/podohodnyj-nalog-v-ssha.html>
12. Global Impact Finance Ltd Nalogi v Germanii – vse chto nado znat' URL: <https://www.monito.com/ru/wiki/nalogi-v-germanii#podohodnyj-nalog-v-germanii>
13. Kuznetsova S. Uroven' zhizni i tseny v Anglii URL: <https://visasam.ru/emigration/europe-emigration/zhizn-v-anglii.html>
14. Romanova N.A. Zarubezhnyy opyt nalogooblozheniya dokhodov fizicheskikh lits // Problemy ekonomiki i menedzhmenta. – 2017. – № 7.
15. Sinenko O.A. Nalogooblozheniye fizicheskikh lits // Uchebnoye posobiye dlya studentov napravleniya podgotovki 38.03.01 «Ekonomika» vuzov regiona. Elektronnyy resurs. – Vladivostok, 2016.

Т. С. ДРОНОВА

Університет митної справи та фінансів

ORCID: 0000-0002-2228-5276

## МАРКЕТИНГОВА ДІАГНОСТИКА ПРОДУКТОВОГО ПОРТФЕЛЮ ПІДПРИЄМСТВА

У статті проведено дослідження продуктового портфеля туристичного підприємства. Товарна політика спрямована на розширення та оптимізацію асортименту наданих послуг. Основний вид діяльності туристичного підприємства – надання послуг з організації відпочинку. Асортиментна політика ПП «Кайф» включає 17 асортиментних груп, які загалом містять 83 найменування різних видів турів. Використовуючи метод АВС-аналізу, виявлено послуги (напрями), які приносять найбільші обсяги виручки і користуються найбільшим попитом (Єгипет, Хорватія, Чорногорія та Об'єднані Арабські Емірати), менш важливі асортиментні групи, продаж яких потрібно стимулювати (Грузія, Албанія, Мальдіви, балі, Болгарія). Також визначено асортиментні групи, які необхідно покращити, щоб привернути до них увагу споживачів (Сейшельські острови, Словенія, Туніс, Сербія, Танзанія, Угорщина, Македонія). Крім того, за результатами маркетингової діагностики виявлено, що найбільші прибутки підприємству забезпечила реалізація турпродуктів за напрямкам – Об'єднані Арабські Емірати, Єгипет, Хорватія, Чорногорія та Албанія. Такі продукти (напрямки) як Об'єднані Арабські Емірати, Єгипет, Хорватія та Чорногорія відносяться до групи АА, вони забезпечують основну частку як товарообігу, так і прибутку підприємства. Групи продуктів АВ та ВА мають високий один лише показник – прибуток або товарообіг, так як на дані турпродукти зробило націнку в розмірі 8–10 %. Групи продуктів ВВ (Грузія, Болгарія та Мальдіви) є базовими для турфірми. До групи ВС (Балі) належить напрям, на який фірма зробила мінімальну націнку і отримала мінімальний прибуток. Групи турпродуктів СС (Словенія, Туніс, Танзанія, Греція, Македонія) не мають суттєвого впливу ні на товарообіг, а ні на прибуток підприємства.

**Ключові слова:** АВС-аналіз, продуктовий портфель, товарний асортимент, туристичне підприємство, прибуток, товарообіг, витрати, турпродукт, збут, асортиментні групи.

T. S. DRONOVA

University of Customs and Finance

ORCID: 0000-0002-2228-5276

## MARKETING DIAGNOSTICS OF THE PRODUCT PORTFOLIO OF THE ENTERPRISE

The article researches the product portfolio of a tourist enterprise. The product policy is aimed at expanding and optimizing the range of services provided. The main activity of the tourist enterprise is the provision of recreation services. The assortment policy of PE "Kaif" includes 17 assortment groups, which in total contain 83 names of various types of tours. Using the ABC analysis method, the services (directions) that bring the largest volumes of revenue and are in the greatest demand (Egypt, Croatia, Montenegro and the United Arab Emirates), less important assortment groups whose sales need to be stimulated (Georgia, Albania, Maldives) have been identified, Bali, Bulgaria). Assortment groups that need to be improved in order to attract consumers' attention to them are also identified (Seychelles, Slovenia, Tunisia, Serbia, Tanzania, Hungary, Macedonia). In addition, according to the results of marketing diagnostics, it was found that the largest profits for the company were provided by the sale of tourist products in the directions - the United Arab Emirates, Egypt, Croatia, Montenegro and Albania. Such products (directions) as the United Arab Emirates, Egypt, Croatia and Montenegro belong to the AA group, they provide the main share of both turnover and profit of the enterprise. AB and BA product groups have only one high indicator – profit or turnover, as a markup of 8–10% was made on these tour products. BB product groups (Georgia, Bulgaria and Maldives) are basic for the travel agency. The VS group (Bali) includes the direction on which the company made the minimum markup and received the minimum profit. Groups of tourist products of the SS (Slovenia, Tunisia, Tanzania, Greece, Macedonia) do not have a significant impact on either the turnover or the profit of the enterprise.

**Key words:** ABC analysis, product portfolio, product assortment, tourist enterprise, profit, turnover, expenses, tourist product, sales, assortment groups.

### Постановка проблеми

Економічна ефективність та стратегічні інтереси підприємства залежать від формування структури продуктового портфеля. Скорочення кількості товарів низької рентабельності не вирішить проблеми збалансування товарного асортименту. Тому необхідно знайти баланс між інтересами підприємства та споживача. Від складу продуктового портфеля залежать не лише економічні вигоди підприємства, а ще й імідж, репутація, популярність, лояльність до бренду.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Українські та зарубіжні вчені зосереджують увагу у своїх дослідженнях на питання формування, оптимізації та аналізу продуктового портфеля підприємства. Серед них: Хурдей В.Д. [5], Семенова Л.Ю. [5], Даценко В.В. [5], Верба В.А. [3], Макаренко Н.О. [4], Абрамович І.А. [1], Бозуленко О.Я. [2] та інші.

### Формулювання мети дослідження

Виявити найбільш прибуткові та дохідні групи товарів шляхом проведення маркетингової діагностики продуктового портфеля підприємства на прикладі ПП «Кайф».

### Викладення основного матеріалу дослідження

Досліджуване туристичне підприємство ПП «Кайф» пропонує найкращі курорти та готелі в 28 країнах світу - в Туреччині, Іспанії, Греції, Єгипті, Таїланді, Домініканській Республіці, Індонезії, на Мальдівах, Болгарії, Тунісі, Марокко, Ізраїлі, ОАЕ, Андоррі, Австрії, Китаї, на Кубі, в Індії, на Маврикії, в Танзанії, у В'єтнамі, на Сейше-лах, Шрі-Ланці, в Сінгапурі, Мексиці, Камбоджі, Йорданії та Україні. Йде постійна робота по відкриттю нових напрямків. Турагент організовує групові та індивідуальні тури, розвиває incentive-, congress-, спортивний та інші види туризму.

Основні туристичні напрямки компанії - Туреччина і Єгипет. В різний час тури в ці країни займали від 40 до 80 % загального об'єму перевезень. ПП «Кайф» починає активно розвивати напрямок «працевлаштування за кордоном», також планується розвиток окремої мережі у цьому напрямку.

Основні послуги, що пропонуються туристичним підприємством ПП «Кайф», включають:

- послуги по організації перевезення;
- розміщення;
- харчування туристів.

До додаткових послуг відносяться:

- послуги по організації екскурсій;
- послуги по перевезенню туриста від місця його прибуття в країну (місце його тимчасового перебування) до місця розміщення і назад (трансфер), а також будь-якому іншому перевезенню в межах країни (місця тимчасового перебування), передбаченої умовами подорожі.

Також ПП «Кайф» надає послуги з продажу авіа-квитків, автобусних квитків. Співробітники ПП «Кайф» можуть підібрати оптимальні, найбільш економічні маршрути, і, якщо буде потрібно, максимально комфортну стиковку при далеких перельотах.

Досліджено окремі результати діяльності фірми «Кайф», які дозволять сформувати більш реальне бачення можливого перебігу економічних процесів та допоможуть підприємству при здійсненні ними господарської та маркетингової діяльності визначити основні тренди та ключові напрями його розвитку, а також обґрунтувати можливість їх застосування для підвищення ефективності господарської діяльності підприємства.

В товарній політиці ПП «Кайф» основну частку займає організація турів за кордон. Нами проаналізовано асортимент туристичних продуктів (табл. 1).

Виходячи з наведених даних асортиментна політика ПП «Кайф» включає 17 асортиментних груп, які загалом містять 83 найменування різних видів турів. Найбільшою глибиною з-поміж усіх виділяються напрямком Туреччина, який включає 10 видів різних турів. Зазначена асортиментна група включає різноманітні види відпочинку, які є ключовими для туристичної фірми на даному етапі.

Слід відмітити, що ПП «Кайф» пропонує 8 видів турів по Єгипту, яких було реалізовано на загальну суму в розмірі 1834,5 тис. грн. Найбільшу виручку фірмі в 2022 році приніс напрямком Туреччина в розмірі 1913,4 тис. грн. Також великі обсяги виручки спостерігаються по напрямкам – Хорватія, Чорногорія та Об'єднані Арабські Емірати.

Слід зазначити, що на ефективність асортиментної політики ПП «Кайф» має значний вплив створення нових послуг (продуктів). Оскільки, туристична галузь мінлива в силу різних факторів, то і потреби споживачів змінюються. Тому, щоб не програвати у конкурентній боротьбі, туристичним фірмам потрібно вчасно оновлювати власний асортимент продуктовими новинками.

Розробка нових послуг на підприємстві будується за принципом мінімального залучення сторонніх організацій, особлива увага завжди приділяється якості. Керівництво ПП «Кайф» дорожить репутацією і вважає, що надавати неякісні послуги – це злочин. Підтвердженням цьому є відсутність рекламаций впродовж останніх років. Вчасне впровадження нових продуктів – запорука успішної діяльності ПП «Кайф» на ринку на протязі 14 років.

На рис. 1 наведено структуру асортименту ПП «Кайф» за 2020–2022 р.р.

Таблиця 1

## Асортимент туристичних продуктів ПП «Кайф» за 2022 р.

№	Асортиментна група (напрямок)	Кількість турів по асортиментним групам, шт.	Виручка отримана по кожній асортиментній групі, тис. грн.
1	Турція	10	1913,4
2	Єгипет	8	1834,5
3	Хорватія	6	1760,6
4	Чорногорія	6	1562,5
5	Об'єднані Арабські Емірати	7	1203,4
6	Грузія	4	477,3
7	Албанія	3	355,6
8	Болгарія	5	324,3
9	Мальдіви	5	265,7
10	Балі	4	264,5
11	Сейшельські острови	3	154,3
12	Словенія	4	128,6
13	Туніс	6	114,5
14	Сербія	4	113,4
15	Танзанія	2	99
16	Угорщина	4	34
17	Македонія	2	33,6
	Разом	83	10639,2

Джерело: складено автором за даними підприємства

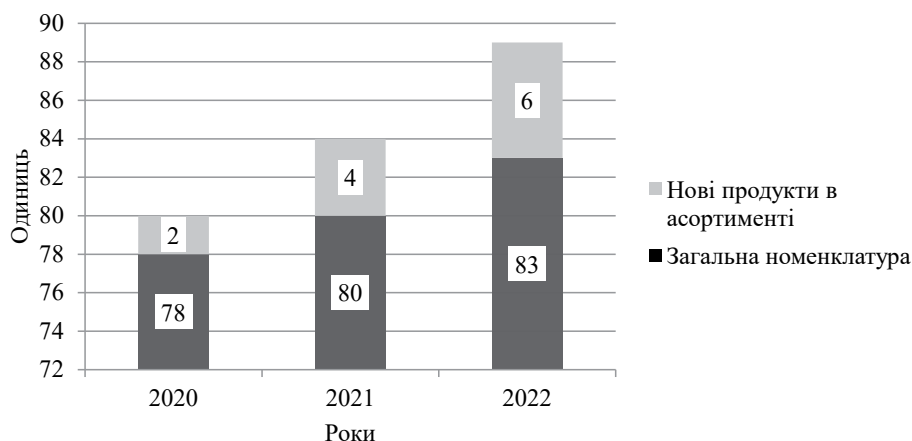


Рис. 1. Структура асортименту ПП «Кайф» за 2020–2022 рр.

Джерело: складено автором за даними підприємства

Як бачимо, ПП «Кайф» постійно працює над розширенням свого асортименту. Проте, в сучасних умовах цього недостатньо. Поява нових продуктів здійснюється досить повільно. У 2022 р. фірма ПП «Кайф» запропонувала 6 нових продуктів.

При цьому ПП «Кайф» має усі перспективи до розширення своєї діяльності. Адже фірма має достатні фінансові ресурси, розвинену матеріально-технічну базу, інноваційні технології, кваліфікований персонал.

Тому, щоб збільшувати свою конкурентоспроможність, ПП «Кайф» необхідно на ринок виводити більше нових продуктів. Клієнти вимагають постійного оновлення послуг (продуктів).

Для більш детального аналізу товарної політики та оцінки її оптимальності з урахуванням специфіки діяльності ПП «Кайф», умов його господарювання найбільш доцільним є використання АВС-аналізу (табл. 2).

За результатами проведеного АВС-аналізу визначено асортиментні групи, які фірмі ПП «Кайф» приносять найбільший дохід (туристичні продукти групи А). Також визначено менш важливі асортиментні групи, продаж яких потрібно стимулювати (продукти групи В). Так, туристичні продукти групи А та В є найважливішими і здійснюють найбільший вплив на результати діяльності турфірми, тому доцільно збільшувати обсяги їх надання. Асортиментні групи С необхідно удосконалювати, щоб привернути до них увагу споживачів.

Таким чином, 5 асортиментних груп (напрямоків) (29,41 %) забезпечують турфірмі 77,77 % всієї виручки. Вони відносяться до групи А і користуються найбільшим попитом. Товари групи В забезпечують 15,87 % всієї виручки фірми. У сумі продукти групи А і В дають ПП «Кайф» 93,63 % виручки. Тобто асортиментні групи А і В забезпечують основний товарообіг ПП «Кайф», тому вони повинні бути постійно в наявності, таким турпродуктам необхідно приділяти першочергову увагу. У той же час група С приносить ПП «Кайф» всього лише 6,38 % всіх доходів. Реалізація асортиментних груп групи С є менш економічно вигідними. Основну ж увагу зосередити на виробництві найбільш доходних продуктів групи В і С. Частка продуктів у класі за АВС-аналізом ПП «Кайф» наведена на рис. 2.

Водночас до управління асортиментом туристичних продуктів ПП «Кайф» потрібно підходити досить обережно. Тому, що продукти, які приносять малий дохід, можуть бути досить прибутковими. З огляду на це у табл. 3 представлено аналіз асортиментних груп турпродуктів фірми за прибутком.

Таблиця 2

## АВС-аналіз туристичних напрямків ПП «Кайф» за внеском у товарообіг за 2022 р.

№ п.п.	Товар	Виручка, тис. грн.	Частка виручки, %	Накопичена частка, %	Група
1	Туреччина	1913,4	17,98	17,98	А
2	Єгипет	1834,5	17,24	35,23	А
3	Хорватія	1760,6	16,55	51,78	А
4	Чорногорія	1562,5	14,69	66,46	А
5	Об'єднані Арабські Емірати	1203,4	11,31	77,77	А
6	Грузія	477,3	4,49	82,26	В
7	Албанія	355,6	3,34	85,6	В
8	Болгарія	324,3	3,05	88,65	В
9	Мальдіви	265,7	2,50	91,15	В
10	Балі	264,5	2,49	93,63	В
11	Сейшельські острови	154,3	1,45	95,08	С
12	Словенія	128,6	1,21	96,29	С
13	Туніс	114,5	1,08	97,37	С
14	Сербія	113,4	1,07	98,43	С
15	Танзанія	99	0,93	99,36	С
16	Угорщина	34	0,32	99,68	С
17	Македонія	33,6	0,32	100	С

Джерело: складено автором за даними підприємства

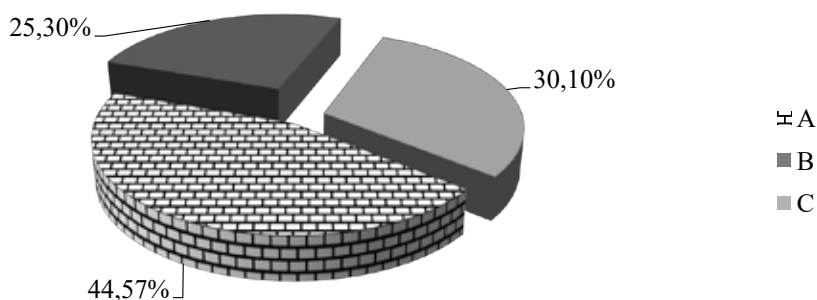


Рис. 2. Частка видів туристичних продуктів ПП «Кайф» у групі за АВС-аналізом; %

Джерело: складено автором за даними підприємства

З наведеної таблиці можемо зробити висновок, що напрямок Туреччина перемістився з групи А до групи В. У той час, як напрямок Албанія навпаки перемістився з групи В до групи А. Це зумовлено тим, що незважаючи на доволі посередній рівень товарообігу, напрямку Албанія приносили фірмі значні прибутки, частка якої складала 9,01 %.

Примітним є те, що група В зросла на одну одиницю, у той час як група С зменшила свій перелік на одну асортиментну групу. Оскільки Сейшельські острови принесли ПП «Кайф» прибуток в розмірі 13,72 тис. грн., що відноситься до групи В.

Найбільші прибутки підприємству забезпечила реалізація турпродуктів за напрямкам – Об'єднані Арабські Емірати, Єгипет, Хорватія, Чорногорія та Албанія. Саме на цих асортиментних групах керівництву ПП «Кайф» потрібно зосередити основну увагу. На рис. 3 наведено склад групи А за частками, які вони займають в загальному обсязі прибутку.

Таблиця 3  
АВС-аналіз турпродуктів ПП «Кайф» за внеском асортиментних груп у прибуток за 2022 р.

№ п.п.	Товар	Прибуток, тис. грн.	Частка прибутку, %	Накопичена частка, %	Група
1	Об'єднані Арабські Емірати	157,51	23,3	23,3	А
2	Єгипет	148,79	22,01	45,31	А
3	Хорватія	74,83	11,07	56,38	А
4	Чорногорія	61,31	9,07	65,45	А
5	Албанія	60,91	9,01	74,46	А
6	Туреччина	46,64	6,9	81,36	В
7	Болгарія	24,54	3,63	84,99	В
8	Сербія	19,13	2,83	87,82	В
9	Грузія	15,35	2,27	90,09	В
10	Мальдіви	14,87	2,2	92,29	В
11	Сейшельські острови	13,72	2,03	94,32	В
12	Словенія	9,87	1,46	95,78	С
13	Туніс	9,87	1,46	97,24	С
14	Македонія	6,08	0,9	98,14	С
15	Танзанія	5,14	0,76	98,9	С
16	Греція	3,92	0,58	99,48	С
17	Балі	3,52	0,52	100	С

Джерело: складено автором за даними підприємства

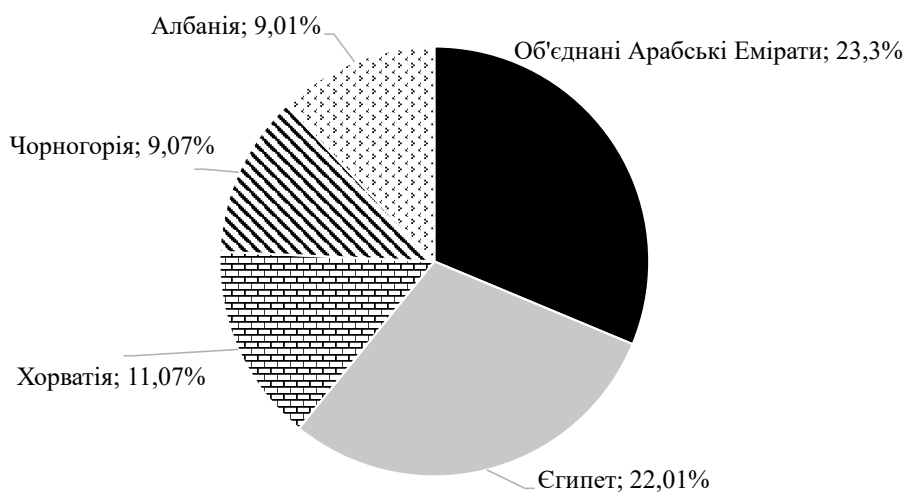


Рис. 3. Асортиментні групи (напрямки) ПП «Кайф», які входять в групу А за АВС-аналізом

Джерело: складено автором за даними підприємства

Особливо вирізняється частка прибутку в загальному обсязі асортиментних груп по напрямках – Об'єднані Арабські Емірати та Єгипет, які на двох забезпечують більше 45,31 % усіх прибутків підприємства.

Для узагальнення результатів дослідження у табл. 4 представлено аналіз асортименту турпродуктів ПП «Кайф» за внеском асортиментних груп в товарообіг та прибуток за 2022 р.

За проведеним аналізом виділено асортиментні групи, які забезпечують як великий товарообіг, так і великий прибуток. Такі продукти відносяться до групи АА, вони забезпечують основну частку як товарообігу, так і прибутку підприємства. У підприємства ПП «Кайф» до них відносяться такі асортиментні групи як: Об'єднані Арабські Емірати, Єгипет, Хорватія та Чорногорія. Саме на зазначених асортиментних групах потрібно сконцентруватись на період обмежень.

Таблиця 4

## АВС-аналіз тупродуктів ПП «Кайф» за внеском асортиментних груп у товарообіг та прибуток за 2022 р.

№ п.п.	Товар	Виручка, тис. грн.	Частка виручки, %	Прибуток, тис. грн.	Частка прибутку, %	Група за виручкою	Група за прибутком
1	Туреччина	1913,4	17,98	46,64	6,9	А	В
2	Єгипет	1834,5	17,24	148,79	22,01	А	А
3	Хорватія	1760,6	16,55	74,83	11,07	А	А
4	Чорногорія	1562,5	14,69	61,31	9,07	А	А
5	Об'єднані Арабські Емірати	1203,4	11,31	157,51	23,3	А	А
6	Грузія	477,3	4,49	15,35	2,27	В	В
7	Албанія	355,6	3,34	60,91	9,01	В	А
8	Болгарія	324,3	3,05	24,54	3,63	В	В
9	Мальдіви	265,7	2,50	14,87	2,2	В	В
10	Балі	264,5	2,49	3,52	0,52	В	С
11	Сейшельські острови	154,3	1,45	13,72	2,03	С	В
12	Словенія	128,6	1,21	9,87	1,46	С	С
13	Туніс	114,5	1,08	9,87	1,46	С	С
14	Сербія	113,4	1,07	19,13	2,83	С	В
15	Танзанія	99	0,93	5,14	0,76	С	С
16	Угорщина	34	0,32	3,92	0,58	С	С
17	Македонія	33,6	0,32	6,08	0,9	С	С

Джерело: складено автором за даними підприємства

Групи продуктів АВ та ВА мають високий один лише показник – прибуток або товарообіг. Зокрема, Туреччина відноситься до групи А за товарообігом, але за прибутком належать до групи В. Це зумовлено тим, що авіакомпанії були змушені підвищити вартість подорожі. ПП «Кайф» з урахуванням платоспроможності вітчизняних громадян на дані турпродукти зробило націнку в розмірі 8–10 %, тоді як на інші напрямки націнка сягає 15 %. Саме через це дана асортиментна група відноситься до групи В за прибутковістю. Даний захід керівництвом ПП «Кайф» був здійснений як вимушений, шляхом реагування на платоспроможність громадян. Керівництву ПП «Кайф» потрібно дану групу турпродуктів стимулювати різними неціновими методами для збільшення збуту. Вони у перспективі можуть забезпечити достатні розміри прибутку.

У свою чергу, Албанія з середнім рівнем товарообігу опинилась в групі А за прибутковістю. Це зумовлено тим, що на даний вид турпродукту фірмою встановлена досить висока націнка до 30 %. Тому й високий рівень прибутковості. Для даної асортиментної групи турпродуктів підприємству потрібно вживати заходів стимулювання їх збуту.

Групи продуктів ВВ є базовими для турфірми. До них відносяться: Грузія, Болгарія та Мальдіви. Зазначені асортиментні групи мають хороші подальші перспективи для росту. Групи продуктів СВ, а саме Сейшельські острови та Танзанія незважаючи на низький товарообіг приносять середні прибутки. ПП «Кайф» необхідно зайнятися стимулюванням продажу асортиментних груп даних продуктів.

До групи ВС належить лише Балі. З метою стимулювання реалізації цього напрямку фірма зробила мінімальну націнку, тому й прибуток від нього отримала мінімальний. Групи турпродуктів СС не мають суттєвого впливу ні на товарообіг, а ні на прибуток підприємства ПП «Кайф». До них відносяться Словенія, Туніс, Танзанія, Греція, Македонія. Однією з причин низького рівня їх товарообігу та прибутковості може бути те, що вони відносились до країн з обмеженими правилами в'їзду і перебування.

#### Висновки

За результатами проведеного дослідження встановлено, що ПП «Кайф» має товарний асортимент, який включає 17 асортиментних груп (напрямків), які містять 83 найменування різних видів турів. Щорічно ПП «Кайф» проводить роботу по розширенню асортименту. Зокрема, у 2022 р. в асортимент було додано 6 нових продуктивних позицій. Водночас, у порівнянні з конкурентами, даний показник є доволі низький. За результатами АВС-аналізу встановлено, що не всі асортиментні групи ПП «Кайф» забезпечують однакову доходність та прибутковість. Найбільшу прибутковість та товарообіг забезпечують такі асортиментні групи як: Єгипет, Хорватія, Чорногорія та Об'єднані Арабські Емірати. Всі інші продукти мають або невисокий рівень товарообігу, або ж приносять недостатній прибуток. Для таких асортиментних груп необхідно вживати заходи щодо нецінового стимулювання їх реалізації.

#### Список використаної літератури

1. Абрамович І.А. Товарний асортимент підприємства: сутність та умови формування. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2017. Вип. 12. Ч. 1. С. 6–9.

2. Бозуленко О.Я. Формування асортименту товарів як стратегічний елемент комерційної діяльності. Глобальні та національні проблеми економіки. 2015. № 4. С. 294–297.
3. Верба В. А. Оптимізація товарного портфеля як чинник підвищення економічної ефективності виробничого підприємства / В. А. Верба, В.В. Ліщинська. Проблеми економіки. 2014. № 4. С. 262–268.
4. Макаренко Н.О. Оптимізація формування товарного портфеля як інструмента управління товарним асортиментом та номенклатурою. URL [http://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/13\\_2018/20.pdf](http://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/13_2018/20.pdf)
5. Хурдей В.Д., Даценко В.В., Семенова Л.Ю. (2021). Вплив маркетингової товарної політики на поведінку споживачів в умовах кризи. *Економічний простір*, (165), 96–100. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/165-17>

#### References

1. Abramovych I.A. Tovarnyi asortyment pidpriemstva: sutnist ta umovy formuvannia. Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. 2017. Vyp. 12. Ch. 1. S. 6–9.
2. Bozulenko O.Ia. Formuvannia asortymentu tovariv yak stratehichnyi element komertsiiinoi diialnosti. Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky. 2015. № 4. S. 294–297.
3. Verba V. A. Optymizatsiia tovarnoho portfelia yak chynnyk pidvyshchennia ekonomichnoi efektyvnosti vyrobnychoho pidpriemstva / V. A. Verba, V.V. Lishchynska. Problemy ekonomiky. 2014. № 4. S. 262–268.
4. Makarenko N.O. Optymizatsiia formuvannia tovarnoho portfelia yak instrumenta upravlinnia tovarnym asortymentom ta nomenklaturou. URL [http://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/13\\_2018/20.pdf](http://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/13_2018/20.pdf)
5. Khurdei V.D., Datsenko V.V., Semenova L.Iu. (2021). Vplyv marketynhovoї tovarnoi polityky na povedinku spozhyvachiv v umovakh kryzy. *Ekonomichnyi prostir*, (165), 96–100. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/165-17>



В. В. КОВАЛЕНКО

Одеський національний економічний університет

ORCID: 0000-0003-2783-186X

О. С. СЕРГЄЄВА

Одеський національний економічний університет

ORCID: 0000-0002-5523-3894

## ОБЛІКОВА СТАВКА ЯК ІНСТРУМЕНТ РЕГУЛЮВАННЯ ІНФЛЯЦІЇ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКУ

Головною задачею ЦБ країн світу є розробка монетарної політики та реалізація заходів щодо стримування рівня інфляції, результатом чого є підтримка рівня стійкості національної валюти. Облікова ставка є інструментом регулювання рівня інфляції ЦБ країн світу, яка впливає на координацію рівня депозитних та кредитних ставок та прямо впливають на результативність діяльності банків. Визначення рівня та характеру змін облікової ставки в країні залежить від тенденцій економічного процвітання, стану монетарної та фіскальної політик. Для підтримки реального сектора економіки звичайною практикою є те, що ЦБ країн світу встановлюють облікову ставку на декілька порядків нижче чим рівень інфляції, з метою підтримки реального сектора економіки. У статті досліджено, що наприкінці 2019 року країни світу зіткнулися з техногенною катастрофою пандемією COVID-19, що дуже сильно вплинуло як на економіку країн, так на їх соціальну сферу. Результати цієї кризи принесли скорочення чи в загальні зупинку виробництва та як слід зниження доходів чи безробіття в багатьох країнах світу, що безумовно привело до зниження таких макро-економічного показника як ВВП та прояв зростання інфляційного навантаження на купівельну спроможність валют. Активна фаза впливу пандемії COVID-19 торкнулась країн світу з березня 2020 р, отже за цей період, для підтримки бізнесу, Центральні банки, хоча один раз, но змінювали свою облікову ставку. Слід зазначити, що Центральні банки (G20) в цей період грамотна відреагували та знизили облікові ставки. Впровадження зваженої грошово-кредитної політики центральних банків країн світу, вдається завдяки ключовим ставкам регулювати та стримувати баланс рівня інфляції та як слід уникати процесів дефляції та для зростання ВВП утримувати рівень інфляції в помірному обсязі в межах від 3% до 5%. Отже, при дотриманні зваженої монетарної політики ЦБ країн світу через ключову ставку, можуть регулювати пропозицію щодо кредитування тим самим даючи розвитку економіки країн.

**Ключові слова:** облікова ставка, Центральні банки, монетарна політика, реальний сектор, ризик.

V. V. KOVALENKO

Odesa National University of Economics

ORCID: 0000-0003-2783-186X

O. S. SERGEEVA

Odesa National University of Economics

ORCID: 0000-0002-5523-3894

## DISCOUNT RATE AS TOOL FOR REGULATING INFLATION UNDER UNCERTAINTY UNDER UNCERTAINTY AND RISK

The main task of the Central Banks of the world countries is developing monetary policy and implementing measures to control the level of inflation the result of which is the maintenance of the national currency stability level. The discount rate is a tool which Central Banks of the world use for regulating the inflation level which affects the coordination of the level of deposit and credit rates which influence the banks performances. Determining the level and nature of changes in the discount rate in the country depends on the trends of economic prosperity, the state of monetary and fiscal policies. In order to support the real sector of the economy, the Central banks of the world set the discount rate lower than the inflation rate. The article proves that at the end of 2019, the countries of the world faced a man-made catastrophe – the COVID-19 pandemic which greatly affected both the economies and social spheres of the countries. This crisis resulted in the reduction or general a stoppage of production and, therefore, a decrease in income or unemployment in many countries of the world which definitely led to a decrease in such macroeconomic indicators as GDP and the manifestation of an increase in the inflationary burden on the currencies purchasing power. The active phase of the impact of the COVID-19 pandemic has affected the countries of the world since March 2020, so during this period, in order to support business, 72 Central banks, at least once, changed their discount rate. It should be mentioned that the Central Banks (G20) during this period reacted competently and lowered the discount rates. The introduced balanced monetary policy of the Central banks of the world countries makes it possible to regulate and restrain the balance of the inflation level and, as a result, to avoid deflation processes and to keep the inflation level in a moderate range from 3% to 5% for GDP growth. Therefore, in compliance with the balanced monetary policy of the Central Banks of the world through the key rate, they can regulate the supply of credit, thus enabling the development of the countries' economies.

**Key words:** accounting rate, Central banks, monetary policy, real sector, risk.

### Постановка проблеми

В умовах політичних та економічних криз, таке економічне явище як інфляція має прямий вплив на результативність діяльності банків. Тому, зважена монетарна політика Національного банку України виконує регулятивну роль щодо усіх економічних процесів в країні.

Проблема регулювання інфляції посідає провідне місце у теорії та практиці реалізації стратегії вітчизняної монетарної політики, оскільки показники і соціальні наслідки інфляції відіграють значну роль в оцінці економічного стану держави. Актуальність даного питання посилюється і тим, що з переходом на монетарний режим інфляційного таргетування проблемною сферою досліджень залишається визначення структурних компонентів індикатора, який покладено в основу зазначеного режиму; вибір інструментів за допомогою яких можливо найдієвіше впливати на рівень інфляції.

Тому, головним завданням Центральних банків є розробка ефективної композиції монетарної політики у своїй країні та реалізація заходів щодо стримування рівня інфляції, результатом чого є підтримка рівня стійкості національної валюти.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Виходячи із сутності представленого дослідження, наукові доробки розглянемо за двома напрямками.

По-перше, це наукові напрацювання, які присвячені саме феномену «інфляція». У цьому аспекті заслуговують наукові праці Т. Черкашиної [1], Л. Зомчак, Л. М. [2], Шелудька С. А. [3], Ю. Заволоки [4], С. Міщенко [5].

По-друге, це наукові доробки, які пов'язані з використанням монетарних інструментів для регулювання інфляції, зокрема облікової ставки. Серед них слід виокреми праці П. Нікіфорова [6], О. Дзюблюка [7], О. Шарова [8], Ю. Заволоки, Т. Трубніка [9] та багатьох інших.

Проте, сьогодні засвідчує, що приборкання інфляції в Україні вимагає вибору такого інструменту монетарної політики, який би надав можливість урегулювати інфляційні сплески. Виходячи з того, що на наш погляд саме облікова ставка є найбільш дієвим інструментом монетарної політики, тому ми намагаємося це довести.

### Формулювання мети дослідження

З огляду на вищевказане, ціль нашого дослідження – з'ясувати специфіку використання інструментів монетарної політики НБУ та визначити той інструмент, який є дієвим у сьогоднішні для урегулювання інфляційних процесів в умовах дії воєнного стану в Україні.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Інфляційні процеси викликають спад економічного розвитку, що супроводжується структурною деформацією економічних відносин, гостротою дисбалансу платіжних відносин, зниженням темпів виробництва, порушенням закону руху грошових потоків, стрімким зростанням цін, зниженням життєвого рівня населення і знеціненням національної грошової одиниці. Україна переживає період високих темпів розвитку інфляції, що зумовлено реаліями сучасного розвитку економіки України, який спотворений військовою агресією з боку РФ. Як зазначає О. Шаров, «...війна проти України створила зовсім нову ситуацію, яка поставила перед дилемою навіть Європейський центральний банк. У передвоєнний період ЄС було досягнуто консенсусу щодо стратегії зростання, яка базувалася на «зеленій економіці», цифровій трансформації та промисловій політиці, що давала відповідь на нові геополітичні та технологічні виклики конкурентів, а також реформування податкової системи. Проте, війна зламала ці плани, руйнуючи «ланцюжки постачання» та створюючи загрози фінансової стабільності» [8, с. 179].

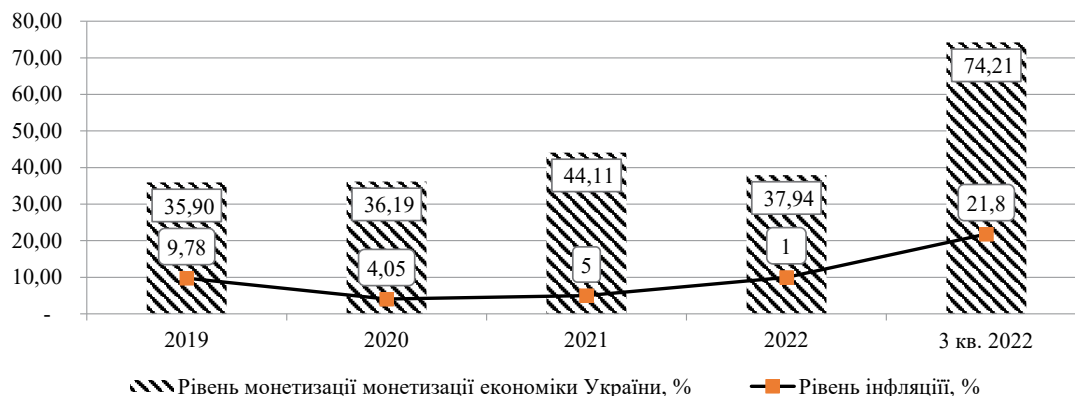
С. Шелудько, при вивченні природи інфляції, чинники, які її утворюють поділяє на монетарні та немонетарні. До групи чинників монетарного походження відносить: необґрунтовану грошово-кредитну емісію; високу волатильність валютного курсу; пасивне сальдо публічних фінансів. До немонетарних чинників включено: зростання витрат виробництво; зростання сукупного попиту, не пов'язаного зі збільшенням грошової маси; структурні зрушення в сукупному попиті у бік товарів з атипичним ціноутворенням; монополізація ринків товарів і послуг [3, с. 63]. Власне, автор доводить у своєму дослідженні, що саме немонетарні чинники породжують інфляцію, а вплив об'єктивних монетарних чинників на інфляційну динаміку ставить під сумнів.

Ми повертаємося до питання, який механізм та інструмент монетарної політики слід використовувати у теперішній час. Національний банк України, з метою урегулювання інфляції запровадив режим інфляційного таргетування.

Так, у науковій праці О. Дзюблюка відзначено, що для утримання режиму інфляційного таргетування необхідні обов'язкові передумови, зокрема вплив таких загальних чинників, як: наявність дієвих каналів трансмісії грошово-кредитної політики – кредитного, валютного, процентного, цін активів, очікувань, що визначає саму можливість впливу центрального банку на економіку засобами монетарного регулювання; достатні темпи економічного зростання і наявність розвинутих ринкових інститутів, що дозволяє центральному банку зосередитись на досягненні інфляційного таргета і відмовитись від інших цілей монетарної політики; ефективні бюджетно-податкові механізми, що за умов стійкого економічного зростання, забезпечують належну дохідну базу бюджету [7, с. 30].

Слід відзначити, що вітчизняна економіка досить тривалий період є залежною від некерованого рівня інфляції, що не дає можливостей для створення умов, які б сприяли забезпеченню високого ступеня довіри до національної грошової одиниці [9, с. 24].

Проведемо оцінку змін рівня інфляції та коефіцієнту монетизації станом за 2019 – 3 квартал 2022 рр., на початок періоду (рис. 1).



**Рис. 1. Динаміка рівня інфляції та монетизації економіки за агрегатом МЗ в Україні на 01.01.2019 – 3 кв. 2022 рр., %**

*Джерело: складено та розраховано авторами за матеріалами [10, 11]*

Як видно з рис. 1, протягом аналізованого періоду 01. 01. 2019 – 3 квартал 2022 рр, зі збільшенням рівня інфляції рівень монетизації теж збільшується та навпаки. Отже, за 3 квартали 2022 року ми можемо спостерігати зв'язок між цими показниками, що чітко показує взаємозв'язок між високим темпом зростання коефіцієнта монетизації та відносно високим темпом річної інфляції.

Як зазначає С. Міщенко: «... починаючи з 2009 року, цей зв'язок дуже важко виявити та охарактеризувати, що обумовлено наявністю на грошово-кредитному ринку значних диспропорцій, які виникли в результаті фінансової кризи. Тому можна припустити, що зв'язок між рівнем монетизації та рівнем інфляції залежить від стадій монетарного та економічного циклу» [5].

Таким чином, що взаємозв'язок процесу управління монетизацією та реалізацією монетарної політики НБУ здійснюється за допомогою показників монетарної бази та грошових агрегатів, а також розробленої антиінфляційної політики та монетарних складових (валютної, процентної).

Наступним кроком доречно буде перейти до аналізу такого монетарного інструменту як облікова ставка, яка несе у собі відображення рівня інфляції та прямо впливає на ціну реальних грошей.

Регулювання процентної політики НБУ визначається Положення «Про процентну політику Національного банку України», яке затверджено Постановою Національного банку України від 26 серпня 2021 року № 90 [42].

Завданням процентної політики НБУ є використання з метою удосконалення засобів і методів здійснення грошово-кредитної політики НБУ в частині визначення НБУ процентних ставок за своїми операціями та індикативного регулювання діяльності банків. За цим Положенням визначено, що з метою реалізації процентної політики встановлює наступні процентні ставки [12]: «облікова ставка НБУ; за інструментами постійного доступу НБУ; за основними операціями НБУ з регулювання ліквідності банків; за іншими інструментами НБУ з регулювання ліквідності банків; за операціями своп процентної ставки НБУ» [12].

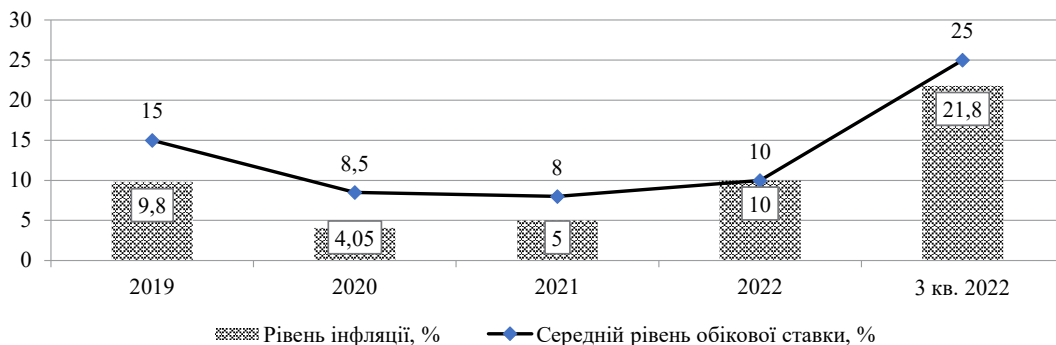
Таким чином, визначення рівня та характеру змін облікової ставки НБУ України залежить від тенденцій економічного процвітання, стану монетарної та фіскальної політик.

При встановленні облікової ставки НБУ враховується встановлений таргет, прогноз та аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища країни.

Якщо проаналізувати зміну облікової ставки НБУ на 01 01 2019 – 3 квартал 2022 рр., то ми можемо побачити не втішну динаміку, яка змінювалась що квартално. Але зазначимо, що НБУ в перші місяці повномасштабного військового вторгнення все ж стримував ставку на рівні 10 %, однак 03 червня 2022 р. НБУ було прийнято рішення збільшити її в 2,5 рази, що було пов'язано в першу чергу стрімким зростанням інфляційних процесів та суттєвим зниженням ВВП. Аналіз змін та взаємозв'язок між обліковою ставкою та інфляцією відображено на рис. 2.

Слід відзначити, що в залежності від розвитку країн світу такий показник як інфляція має багатосторонній характер. До основних показників інфляції відносять індекс інфляції, темп приросту інфляції, «Правило 70» та дефлятор ВВП.

Для регулювання рівня інфляції Центральні банки різних країн світу використовують такий інструмент монетарної політики як облікова ставка. Її використовують з метою координування рівня депозитних та кредитних процентних ставок, які в тому числі впливають на результативність діяльності банків. Як вже зазначалося, інфляція та облікова ставка – це два взаємозв'язаних показники, тому, прояв інфляції впливає на зростання облікової ставки.



**Рис. 2. Динаміка рівня інфляції та середньої облікової ставки НБУ на 01.01.2019 – 3 квартал 2022 рр., %**

Джерело: систематизовано та розраховано авторами за матеріалами [10,11]

Для підтримки реального сектора економіки звичайною практикою є те, що Центральні банки встановлюють облікову ставку на декілька порядків нижче ніж рівень інфляції.

Наприкінці 2019 р. країни світу зіткнулися з техногенною катастрофою пандемією COVID-19, що вплинуло як на економіку країн, такі на їх соціальну сферу. Результати цієї кризи призвели до скорочення виробництва, зниження доходів та безробіття, що безумовно призвело до зниження такого макроекономічного показника як ВВП та зростання інфляційного навантаження на купівельну спроможність валют.

Як вказує джерело [13]: «... протягом дії перших місяців карантину 2020 р. НБУ тричі ухвалював рішення про зниження облікової ставки. За останні чотири місяці вона була зменшена з 11 % до 6 % річних. Загалом глобальна тенденція чітка: за період пандемії COVID-19 кожний другий Центральний банк знижував свою базову ставку» [13], (табл. 1).

Таблиця 1

**Порівняльна характеристика облікових ставок Центральних банків країн світу за 2020 – вересень 2022 рр., %**

Рік	Облікова ставка Центральних банків країн світу, %				
	НБУ	Federal Reserve System	Bank of Japan	(National Bank of Switzerland)	European Central Bank
2020	8	0,25	-0,10	-0,75	0,00
2021	10	0,25	-0,10	-0,75	0,00
Вересень 2022	25	3 – 3,25	-0,10	0,5	з 0,5 - 1,25

Джерело: систематизовано авторами за матеріалами [14]

Отже, наочно бачимо, що впродовж аналізованого періоду такі ЦБ, як Банк Японії, Банк Швейцарії та Європейський центральний банк, включно по кінець 2021 року стримували свої облікові ставки. При цьому, слід звернути увагу на те, що у Японії, Швейцарії, країни які мають рівень дефляції, використовують негативну облікову ставку. Особливістю використання негативної ставки є те, що ЦБ її навмисно занижують для дотримання помірних показників інфляції, що впливає на економічне процвітання цих країн.

Проводячи аналіз формування облікової ставки ФРС США, визначимо, що банки дотримуються механізму визначення ключової ставки меншою ніж інфляція. Аналіз даних засвідчує, що протягом останнього десятиріччя, ФРС дотримувалася стійкої та незмінної політики щодо визначення ключової ставки на рівні 0,25 %, але при зниженні інфляції у 2015 році ФРС знизила цей показник до рівня 0,12 %. Такі коливання аргументовані використанням стимулів до економічного зростання, зниження інфляційних процесів та зменшення дефляційної напруги, яка призводить до протилежного ефекту девальвації валюти та зниженню цін на товари та послуги.

Стосовно дій ЦБ США, можемо спостерігати, що вже починаючи з кінці 2016 р. облікова ставка поступово почала зростати, що було пов'язано перш за все з президентськими виборами, але головним принципом дій є те, що ЦБ США підтримує облікову ставку нижчою за рівень інфляції.

Аналізуючи дії НБУ відносно регулювання облікової ставки можемо зазначити, що з початку 2015 р. НБУ почав проводити потужну банківську реформу та спланував використовувати в регулюванні інфляції такий метод як інфляційне таргетування. З представлених даних бачимо, що НБУ планомірне щорічно (щомісяця) знижував цей показник, який досяг свого історичного мінімуму в червні 2020 р. та повільно зростав протягом 1,5 р. поспіль. Але

повномасштабне військове вторгнення РФ в Україну та проблеми, які були пов'язані з наслідками коронакризи, призвели до зростання витрат у багатьох країнах світу, що спричинило стрімке зростання цін на енергоресурси, та як слід викликало зростання інфляції. Цікавим є те, що в першому кварталі 2022 р. Європейський центральний банк підняв облікову ставку останнім після Банку Англії та Банку ФРС, метою виступало регулювання цін в бік зниження.

З даних таблиці 1, спостерігаємо, що вже у вересні 2022 р. ЦБ Швейцарії, який довго стримував облікову ставку на рівні негативної, вперше за п'ять років збільшив цей показник, а ЄЦБ з нульової ставки встановив показник на рівні 1,25 %.

З вище зазначеного, можна дійти висновку, що впровадження зваженої грошово-кредитної політики Центральних банків країн світу, вдається завдяки ключовим ставкам для регулювання балансу рівня інфляції в межах від 3 % до 5 %, Отже, при дотриманні зваженої монетарної політики ЦБ країн світу через ключову ставку, можуть регулювати пропозицію щодо кредитування реального сектору економіки.

#### Висновки

Таким чином, можна зробити висновок, що упродовж останніх років облікова ставка залишалася головним інструментом Національного банку України у регулюванні рівня інфляції та забезпечення виконання функцій політики інфляційного таргетування. Подальша динаміка цього показника залежить від багатьох чинників, однак вперше чергу від безпекової ситуації та термінів завершення військових дій на території України.

Проведення політики інфляційного таргетування шляхом обмеження банківського кредитування та створення умов для накопичення короткострокової депозитної бази дозволило досягнути ефекту стабільності банківської системи та мінімальних ризиків діяльності банків. При цьому, спостерігається політика відмови від потреб кредитного забезпечення економічного зростання. Проте, воєнний стан, вимагає прямого фінансування державного бюджету з боку Національного банку України, що разом із девальвацією національної валюти призводить до збільшення інфляції.

Перспективними напрямками дослідження в цій сфері можуть бути дослідження діяльності Центральних банків світу в умовах воєнних конфліктів з метою вивчення позитивного досвіду для України.

#### Список використаної літератури

1. Черкашина Т.С. Аналіз взаємозв'язку між інфляцією та безробіттям у висхідних країнах Європейського Союзу / Т.С. Черкашина. Економіка та суспільство. – 2021. – Вип. 24. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-24-23>.
2. Зомчак Л.М. Інфляційні процеси України: авторегресійна дистрибутивно-лагова модель / Л.М. Зомчак, А.О. Лапінкова. – Цифрова економіка та економічна безпека. – 2022. – Вип. 1 (01). – С. 50-55. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.1-8>.
3. Шелудько С. А. Емпіричні ознаки домінування немонетарних чинників у інфляційних процесах в Україні / С.А. Шелудько. – Науковий вісник Одеського національного економічного університету. – 2021. – Вип. № 7-8 (284-285). – С. 62-68. DOI: [10.32680/2409-9260-2021-7-8-284-285-62-68](https://doi.org/10.32680/2409-9260-2021-7-8-284-285-62-68).
4. Заволока Ю. М. Інфляційні процеси як наслідок глобалізації світової економіки / Ю.М. Заволока, М.В. Сідненко, А.В. Івко. – Інвестиції: практика та досвід. – 2021. – № 5. – С. 33-39. DOI: [10.32702/2306-6814.2021.5.33](https://doi.org/10.32702/2306-6814.2021.5.33).
5. Міщенко С. Економічна сутність процесу монетизації та його роль у забезпеченні розвитку економіки та стабільності фінансової системи / С. Міщенко. – Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка, – 2015. – Вип. 10(175). – С. 40-45. URL: [http://bulletin-econom.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2015/11/175\\_7.pdf](http://bulletin-econom.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2015/11/175_7.pdf) (дата звернення: 15.11.2022).
6. Нікіфоров П.О., Краус Н. М., Краус К.М. Регулювання грошового ринку інструментами монетарної політики / П.О. Нікіфоров, Н.М. Краус, К.М. Краус – European scientific journal of Economic and Financial innovation. – 2022. – № 2(10). – С. 77-90. DOI: <https://doi.org/10.32750/2022-0207>.
7. Дзюблук О. Ефективність режиму інфляційного таргетування як основи монетарної політики в умовах кризових явищ в економіці / О. Дзюблук. – Вісник економіки. – 2021. – Вип. 3. – С. 20-40. DOI: <https://doi.org/10.35774/visnyk2021.03.020>.
8. Шаров О. Міжнародний досвід монетарної політики під час війни: уроки для України / О. Шаров. – Міжнародний Європейський журнал. – 2022. – Т. 21. – № 2 (81). – С. 175-189.
9. Заволока Ю.М., Трубнік Т.Є., Поплюйко Я.В. Ефективність інструментів монетарної політики НБУ в умовах макроекономічної нестабільності / Ю.М. Заволока, Т.Є. Трубнік, Я.В. Поплюйко. – Економіка та держава. – 2022. – № 5. – С. 22-28. DOI: [10.32702/2306-6806.2022.3.22](https://doi.org/10.32702/2306-6806.2022.3.22).
10. Грошово-кредитної статистики України. URL: <https://bank.gov.ua/ua/statistic/sector-financial#1ms>. (дата звернення: 15.11.2022)
11. Статистика рівня інфляції. Бюро статистики: веб-сайт. URL: <https://www.statbureau.org/ru> (дата звернення: 15.11.2022).
12. Про процентну політику Національного банку України; положення, затверджено Постановою Національного банку України від 26 серпня 2021 року № 90. URL: [https://bank.gov.ua/admin\\_uploads/law/26082021\\_90.pdf?v=4](https://bank.gov.ua/admin_uploads/law/26082021_90.pdf?v=4) (дата звернення: 15.11.2022).

13. Як змінювалися процентні ставки центральних банків світу від початку Covid-19? URL: [https://expla.bank.gov.ua/expla/news\\_0163.html](https://expla.bank.gov.ua/expla/news_0163.html) (дата звернення: 25.11.2022).

14. Біржевий портал № 1. URL: <https://take-profit.org/statistics/interest-rate/switzerland/> (дата звернення: 25.11.2022).

#### References

1. Cherkashyna T.S. Analiz vzayemozv'yazku mizh inflyatsiyeyu ta bezrobittiyam u vyskhidnykh krainakh Yevropeys'koho Soyuzu / T.S. Cherkashyna. *Ekonomika ta suspil'stvo*. – 2021. – Vyp. 24. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-24-23>.

2. Zomchak L.M. Inflyatsiyni protsesy Ukrainy: avtorehresiyna dystributyvno-lahova model' / L.M. Zomchak, A.O. Lapinkova. – *Tsyfrova ekonomika ta ekonomichna bezpeka*. – 2022. – Vyp. 1 (01). – S. 50-55. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.1-8>.

3. Shelud'ko S. A. Empyrichni oznaky dominuvannya nemonetarnykh chynnykiv u inflyatsiynykh protsesakh v Ukraini / S.A. Shelud'ko. – *Naukovyy visnyk Odes'koho natsional'noho ekonomichnoho universytetu*. – 2021. – Vyp. № 7-8 (284-285). – S. 62-68. DOI: [10.32680/2409-9260-2021-7-8-284-285-62-68](https://doi.org/10.32680/2409-9260-2021-7-8-284-285-62-68).

4. Zavoloka Yu.M. Inflationary processes as a consequence of globalization of the world economy / Yu.M. Zavoloka, M.V. Sidnenko, A.V. Ivko – *Investments: practice and experience*. – 2021. – No. 5. – P. 33-39. DOI: [10.32702/2306-6814.2021.5.33](https://doi.org/10.32702/2306-6814.2021.5.33).

5. Mishchenko S. Ekonomichna sutnist' protsesu monetyzatsiyi ta yoho rol' u zabezpechenni rozvytku ekonomiky ta stabil'nosti finansovoyi systemy / S. Mishchenko. – *Visnyk Kyivsk'oho natsional'noho universytetu im. T. Shevchenka*, – 2015. – Vyp. 10(175). – S. 40-45. URL: [http://bulletin-econom.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2015/11/175\\_7.pdf](http://bulletin-econom.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2015/11/175_7.pdf) (data zvernennya: 15.11.2022).

6. Nikiforov P.O., Kraus N. M., Kraus K.M. Rehulyuvannya hroshovoho rynku instrumentamy monetarnoyi polityky / P.O. Nikiforov, N.M. Kraus, K.M. Kraus – *European scientific journal of Economic and Financial innovation*. – 2022. – № 2(10). – S. 77-90. DOI: <https://doi.org/10.32750/2022-0207>.

7. Dzyublyuk O. Efektyvnist' rezhymu inflyatsiynoho tarhetuvannya yak osnovy monetarnoyi polityky v umovakh kryzovykh yavlyshch v ekonomitsi / O. Dzyublyuk. – *Visnyk ekonomiky*. – 2021. – Vyp. 3. – S. 20-40. DOI: <https://doi.org/10.35774/visnyk2021.03.020>.

8. Shcharov O. Mizhnarodnyy dosvid monetarnoyi polityky pid chas viyny: uroky dlya Ukrainy / O. Sharov. – *Mizhnarodnyy Yevropeys'kyy zhurnal*. – 2022. – T. 21. – № 2 (81). – S. 175-189.

9. Zavoloka YU.M., Trubnik T.YE., Poplyuyko YA.V. Efektyvnist' instrumentiv monetarnoyi polityky NBU v umovakh makroekonomichnoyi nestabil'nosti / YU.M. Zavoloka, T.YE. Trubnik, YA.V. Poplyuyko. – *Ekonomika ta derzhava*. – 2022. – № 5. – S. 22-28. DOI: [10.32702/2306-6806.2022.3.22](https://doi.org/10.32702/2306-6806.2022.3.22).

10. Hroshovo-kredytnoyi statystyky Ukrainy. URL: <https://bank.gov.ua/ua/statistic/sector-financial#1ms>. (data zvernennya: 15.11.2022).

11. Statystyka rivnya inflyatsiyi. Byuro statystyky: veb-sayt. URL: <https://www.statbureau.org/ru> (data zvernennya: 15.11.2022).

12. Pro protsentnu polityku Natsional'noho banku Ukrainy; polozhennya, zatverdzheno Postanovoyu Natsional'noho banku Ukrainy vid 26 serpnia 2021 roku № 90. URL: [https://bank.gov.ua/admin\\_uploads/law/26082021\\_90.pdf?v=4](https://bank.gov.ua/admin_uploads/law/26082021_90.pdf?v=4) (data zvernennya: 15.11.2022).

13. Yak zminyuvayutsya protsentni stavky tsentral'nykh bankiv svitu vid pochatku Covid-19? URL: [https://expla.bank.gov.ua/expla/news\\_0163.html](https://expla.bank.gov.ua/expla/news_0163.html) (data zvernennya: 25.11.2022).

14. Birzhevyy portal № 1. URL: <https://take-profit.org/statistics/interest-rate/switzerland/> (data zvernennya: 25.11.2022).

Ю. В. КУРУДЖИ

Одеський національний морський університет

ORCID: 0000-0002-0939-593X

В. Л. РОМАХ

Одеський національний морський університет

ORCID: 0000-0003-3958-0041

## МОДЕЛЮВАННЯ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАВОК ПОРТОВИМ ОПЕРАТОРОМ В УМОВАХ МУЛЬТИМОДАЛЬНОСТІ

У даній роботі побудована та проаналізована статична економіко-математична модель ланцюга постачань вантажу від пунктів відправлення до пунктів споживання. Модель враховує множини та потужність перевалочних пунктів (наприклад, вантажні термінали портів операторів), в яких відбувається процес транспортної взаємодії, а також можливість використання різних транспортних засобів на ділянках сполучення між пунктами відправлення/призначення та перевалки. В якості основи для моделювання розглядається класична транспортна задача та її модифікація з однією множиною пунктів перевалки. Побудована модель описує координацію основних учасників ланцюга поставок з метою досягнення мінімальних повних витрат на доставку вантажу. Сформульовані необхідні умови допустимості описаної оптимізаційної моделі. Запропонована модель відображає певні реалії управління логістичними процесами та може бути використана в практичній діяльності підприємств, в тому числі і в діяльності стивідорних компаній. Враховані можливості адаптації побудованої моделі для конкретного ланцюга поставок з урахуванням пропускних здатностей елементів транспортної мережі, що розглядається (наприклад, завантаженості автомобільних та/або залізничних транспортних ланцюгів, ємність та конфігурація складських майданчиків вантажного терміналу), неможливості використання певного виду транспорту на кожній ділянці маршруту (наприклад, необхідність використання морського транспорту, якщо пунктами відправлення/призначення або перевантаження є термінали морських портів). Також у статті представлена чисельна ілюстрація побудованої моделі оптимізації для окремого випадку, де рішення щодо планування приймає портів оператор. Показано, що запропонований підхід може бути використаний і для інших конфігурацій моделювання та оптимізації ланцюгів поставок, наприклад, для випадку, коли весь вантаж проходить поступово через декілька множин перевалочних пунктів. Вказано на можливість подальшого узагальнення досліджуваної моделі на випадок випадкового попиту в пунктах призначення. Обґрунтовано актуалізацію подальшого інтегрування процесів та функцій, що відбуваються в ланцюгах поставок.

**Ключові слова:** ланцюг поставок, портів оператор, мультимодальність, багатоступенна транспортна задача, оптимізація.

Yu. V. KURUDZHY

Odesa National Maritime University

ORCID: 0000-0002-0939-593X

V. L. ROMAKH

Odesa National Maritime University

ORCID: 0000-0003-3958-0041

## MODELING OF SUPPLY CHAINS BY THE PORT OPERATOR UNDER THE CONDITIONS OF MULTIMODALITY

In this work, a static economic-mathematical model of the cargo supply chain from the points of departure to the points of consumption is built and analyzed. The model takes into account the number and capacity of transshipment points (for example, cargo terminals of port operators) in which the process of transport interaction takes place, as well as the possibility of using different vehicles on the sections of the connection between the departure/destination and transshipment points. The classical transport problem and its modification with one set of transshipment points are considered as a basis for modeling. The built model describes the coordination of the main participants of the supply chain in order to achieve the minimum total costs for the delivery of goods. The necessary conditions of admissibility of the described optimization model are formulated. The proposed model reflects certain realities of managing logistics processes and can be used in the practical activities of enterprises, including the activities of stevedoring companies. The possibilities of adapting the built model for a specific supply chain are taken into account, taking into account the capacity of the elements of the transport network under consideration (for example, the loads of road and/or railway transport chains, the capacity and configuration of the storage areas of the cargo terminal), the impossibility of using a certain type of transport on each section of the route (for example, the need to use sea transport if the departure/destination or transshipment points are seaport terminals). The

article also presents a numerical illustration of the constructed optimization model for a specific case where the port operator makes the planning decision. It is shown that the proposed approach can be used for other configurations of modeling and optimization of supply chains, for example, for the case when all cargo passes gradually through several multiple transfer points. The possibility of further generalization of the studied model to the case of random demand at destinations is indicated. The actualization of further integration of processes and functions occurring in supply chains is substantiated.

**Key words:** supply chain, port operator, multimodality, multi-stage transport task, optimization.

### Постановка проблеми

На різних етапах управління ланцюгами постачань постають питання, пов'язані з необхідністю вирішення проблем, пов'язаних з мультимодальністю складових транспортної підсистеми, яка безпосередньо забезпечує процеси доставки вантажу. Мультимодальні перевезення все більше набувають поширення в світі. При такому підході переміщення (перевезення, перевалка) вантажу відбувається, як правило, не одним, а декількома видами транспорту з організацією перевезень в змішаних сполученнях (від словосполучення multimodal: multi – багато, modal – спосіб, вид, на відміну від перевезень, які проводяться одним видом транспорту, – unimodal). В залежності від обсягів партій та/або встановлених часових термінів поставки вантажів забезпечується завдяки залучення різних транспортних засобів та їх комбінацій: морських, залізничних, автомобільних, тощо на різних етапах та складових ланцюгів постачань, що потрібно враховувати при моделюванні самого процесу. Такий підхід організації доставки вантажу відіграє важливу роль не тільки у створенні єдиної міжнародної транспортно-логістичної системи, у розвитку мережі міжнародних транспортних коридорів але й у подоланні викликів сьогодення.

Портовий оператор, як один з учасників процесу, забезпечуючи стивідорні послуги, одночасно, за певних умов, може відігравати й роль організатора всього ланцюга постачань, приймаючи рішення щодо змін, наприклад, транспортної складової, як у внутрішній системі транспортного забезпечення ланцюга постачання, так і на зовнішньому контурі. При визначеному рівні оптимізації, рішення щодо зміни мультимодальної складової на зовнішньому контурі може прийматися на рівні стратегічного планування. Отже, через значну кількість учасників процесу постачання на етапі планування значною мірою постає питання визначення, структурування та групування елементів ланцюга та їх функцій, побудова та аналіз вибудованої структури та визначення методу рішення створеної економіко-математичної моделі.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Рішення окремих задач, що притаманна процесу управління ланцюгами постачань, реалізується як індивідуально, на окремих підсистемах, так і комплексно. Цілі оптимізації ланцюгів постачань при моделюванні процесу є різними, а методам їх досягнення присвячено безліч робіт. Так, в роботах [1–13] висвітлюється проблеми співзвучні з проблематикою статті. Так в роботах [1–3] вирішуються проблеми координації різних видів транспорту при організації мультимодальних перевезень. Статті [4–5] присвячені моделюванню роботи терміналу та взаємодії морського та залізничного транспорту. Робота [6] надає комплексний підхід до планування руху поїздів у інтермодальному морському порту, де перевага надається максимізації прямого варіанту вантажних робіт. В [7] вирішує задача мінімізації загальних затримок і часу очікування, а в [8] – витрат і часу доставки. Проблемам параметричного уявлення інфраструктури мережевих потужностей незалежно від фактору часу присвячено роботу [9]. Вже [10] включає декілька видів транспорту при багатоцільовій оптимізації з'єднань в інтермодальних перевезеннях. Спираючись на [11], де наведено ряд економіко-математичних моделей змішаних перевезень, проаналізовано класичні моделі багатоетапних задач лінійного та нелінійного програмування транспортного типу зробимо припущення, що сусідні етапи перевезень можуть відбуватися різними видами транспорту і не враховується можливість використання різних видів транспорту на одній ділянці перевезень, крім того враховується вплив термінальної складової. Як основу для побудови нових моделей ланцюгів поставок можна використовувати класичну транспортну задачу та її модифікації, наприклад, багатоетапні транспортні задачі, описані в [11–13]. Отже, проектування та експлуатація ланцюгів поставок вантажів потребує залучення методів математичного моделювання для обґрунтування оптимальних та узгоджених між собою планів поставок.

### Формулювання мети дослідження

Метою даної статті є побудова та аналіз статичної економіко-математичної моделі ланцюга поставок вантажу від пунктів відправлення до пунктів споживання, яка враховувала б множини та потужності перевалочних пунктів (наприклад, морських портів), в яких вантаж перевантажується з одного виду транспорту на інший, а також можливість використання різних транспортних засобів на одній ділянці перевезення.

### Викладення основного матеріалу дослідження

В [11] зазначено, що класичні моделі задач оптимізації транспортного типу засновані на припущенні, що на кожній ділянці перевезення відбуваються за допомогою тільки одного виду транспортних засобів. Це припущення не завжди можна вважати виправданим, тому що часто при плануванні переміщення розглядається можливість використання різних видів транспортних засобів на одній ділянці перевезення (наприклад, автомобільний транспорт або залізниця).



Розглянемо спочатку класичну транспортну задачу [12] та модифікуємо її, припускаючи, що при перевезенні вантажу можливе використання  $L$  видів транспортних засобів. Припустимо, що в пунктах  $A_1, \dots, A_n, \dots, A_N$  в кількостях  $a_1, \dots, a_n, \dots, a_N$  знаходиться вантаж, який потрібно доставити в пункти  $B_1, \dots, B_m, \dots, B_M$ , і потреби у вантажі в пункті  $B_m$  становлять  $b_m$ . Введемо у розгляд параметри управління  $x_{nml}$  – кількість вантажу, яка перевозиться з пункту  $A_n$  в пункт  $B_m$  з використанням транспортного засобу виду  $l, l=1, 2, \dots, L$ . Для описаної задачі матимемо наступні обмеження та проілюструємо її на рис.1.

Обмеження по вивезенню вантажу з пунктів  $A_n$ :

$$\sum_{m=1}^M \sum_{l=1}^L x_{nml} = a_n, n = 1, 2, \dots, N. \tag{1}$$

Обмеження по ввезенню вантажу в пункти  $B_m$ :

$$\sum_{n=1}^N \sum_{l=1}^L x_{nml} = b_m, m = 1, 2, \dots, M. \tag{2}$$

Умови невід’ємності параметрів управління:

$$x_{nml} \geq 0, n = 1, 2, \dots, N, m = 1, 2, \dots, M, l = 1, 2, \dots, L. \tag{3}$$

Сумарні транспортні витрати, пов'язані з перевезенням вантажу з пунктів  $A_n$  в пункти  $B_m$ , складуть:

$$S = \sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L c_{nml} x_{nml}, \tag{4}$$

де  $c_{nml}$  – вартість перевезення 1 т вантажу з пунктів  $A_n$  в пункти  $B_m$ .

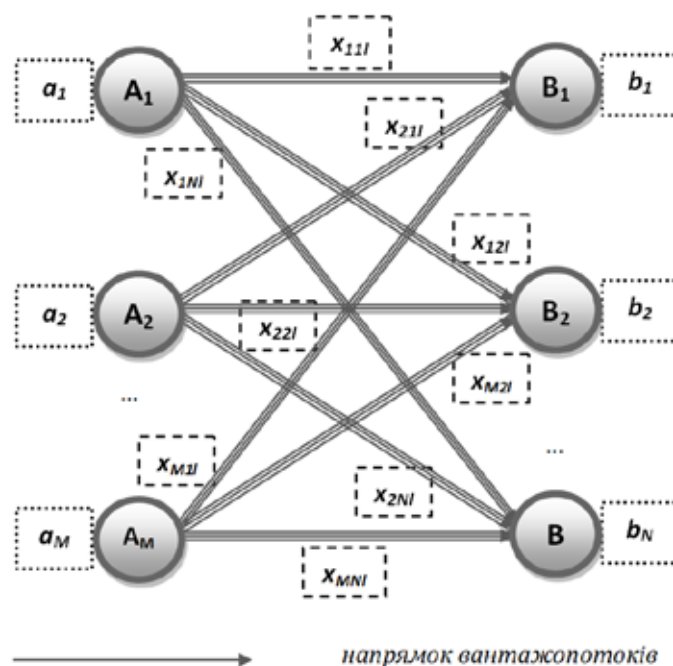


Рис. 1. Схема системи з перевезеннями різними видами транспорту

Джерело: побудовано авторами

Таким чином, припущення про можливість перевезення вантажу різними видами транспорту дозволяє отримати наступну задачу лінійного програмування транспортного типу: знайти такий план перевезень вантажу різними видами транспорту  $\{x_{nml}\}$ , який мінімізує функцію (4) при умовах (1)–(3). Для такої задачі залишаються справедливими і умова допустимості, характерна для класичної транспортної задачі (умова балансу):

$$\sum_{n=1}^N a_n = \sum_{m=1}^M b_m.$$

Узагальнимо описану задачу на випадок, коли весь вантаж з пунктів  $A_n$  до пунктів  $B_m$  проходить через перевалочні пункти  $D_1, \dots, D_k, \dots, D_K$ , причому загальна місткість складів в пункті  $D_k$  дорівнює  $d_k$ . Будемо вважати, що в пунктах перевалки відбувається взаємодія різних видів транспорту.

Вартість перевезення 1 т вантажу з пунктів вивезення в пункти перевалки позначимо через  $c^{(1)}_{nkl}$ , а з пунктів перевалки в пункти призначення – через  $c^{(2)}_{kml}$ ,  $n=1,2,\dots, N, k=1,2,\dots, K, m=1,2,\dots, M, L$ .

Розглянемо параметри управління задачі:

$x_{nkl}$  – кількість вантажу, яка перевозиться з пункту  $A_n$  в пункт перевалки  $D_k$ ,

$y_{kml}$  – кількість вантажу, яка перевозиться з пункту перевалки  $D_k$  в пункт  $B_m$ .

Сумарні транспортні витрати, пов'язані з перевезенням вантажу, дорівнюватимуть:

$$S = \sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L c^{(1)}_{nkl} x_{nkl} + \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \sum_{l=1}^L c^{(2)}_{kml} y_{kml}. \tag{5}$$

Сформулюємо обмеження для задачі.

Обмеження по вивезенню вантажу з пунктів  $A_n$  (весь вантаж повинний бути вивезений):

$$\sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L x_{nkl} = a_n, n = 1, 2, \dots, N. \tag{6}$$

Обмеження по ввезенню вантажу в кінцеві пункти  $B_m$ :

$$\sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L y_{kml} = b_m, m = 1, 2, \dots, M. \tag{7}$$

Умова нерозривності потоків вантажів, які є вхідними та вихідними з пунктів  $D_k$ :

$$\sum_{n=1}^N \sum_{l=1}^L x_{nkl} = \sum_{m=1}^M \sum_{l=1}^L y_{kml}, k = 1, 2, \dots, K. \tag{8}$$

Обмеження на місткість складів в пунктах перевалки:

$$\sum_{n=1}^N \sum_{l=1}^L x_{nkl} \leq d_k, k = 1, 2, \dots, K. \tag{9}$$

Умови невід'ємності параметрів управління:

$$x_{nkl} \geq 0, y_{kml} \geq 0, n = 1, 2, \dots, N, k = 1, 2, \dots, K, m = 1, 2, \dots, M, l = 1, 2, \dots, L. \tag{10}$$

Описаний вище випадок наведемо на рис. 2.

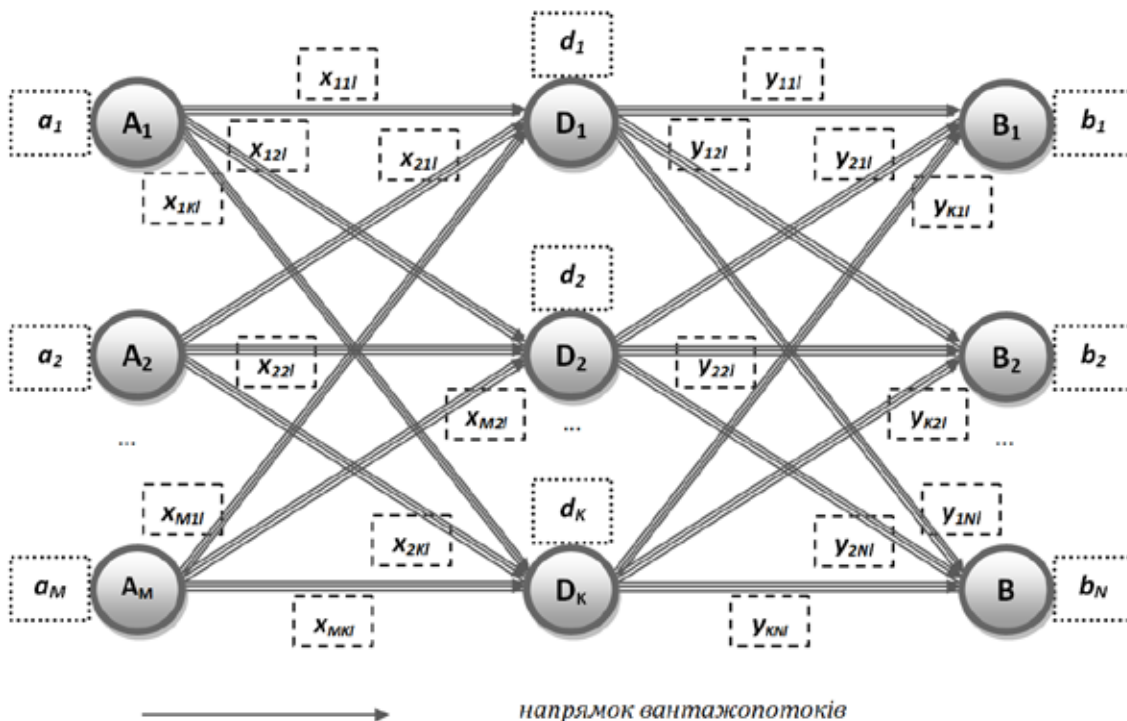


Рис. 2. Схема мультимодальної системи з перевалкою вантажу та використанням різних видів транспорту

Джерело: побудовано авторами

Таким чином, ми отримали наступну задачу лінійного програмування транспортного типу: знайти такий план перевезень вантажу різними видами транспорту  $\{x_{nkl}, y_{kml}\}$ , який мінімізує функцію (5) при умовах (6)–(10).

Сформулюємо умови допустимості задачі. Зазначимо, що сумування обмежень (6)–(8) призводить до наступних співвідношень:

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L x_{nkl} &= \sum_{n=1}^N a_n, \\ \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L y_{kml} &= \sum_{m=1}^M b_m, \\ \sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L x_{nkl} &= \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \sum_{l=1}^L y_{kml}. \end{aligned} \tag{11}$$

Звідси випливає наступна характерна для класичної транспортної задачі умова балансу:

$$\sum_{n=1}^N a_n = \sum_{m=1}^M b_m.$$

Сумування обмежень (9) дає наступні нерівності:

$$\sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L x_{nkl} \leq \sum_{k=1}^K d_k. \tag{12}$$

Порівняння відношень (11) з нерівностями (12) показує, що для допустимості задачі (5)–(10) необхідно виконання умови:

$$\sum_{n=1}^N a_n \leq \sum_{k=1}^K d_k.$$

В правій частині нерівності знаходиться сумарна пропускна здатність перевалочних пунктів, а в лівій частині, відповідно, сумарні запаси вантажів в пунктах  $A_n$ .

При цьому для адаптації моделі для конкретного ланцюга поставок можна використовувати додаткові обмеження. Наприклад, якщо на ділянці  $A_n \rightarrow D_k$  ( $D_k \rightarrow B_m$ ) використання певного транспорту виду  $l$  не представляється можливим (наприклад, коли пунктами відправлення/призначення є морські порти), то до моделі потрібно додати обмеження-рівність  $x_{nkl} = 0$  ( $y_{kml} = 0$ ). Також можливо додавати обмеження, які стосуються пропускної здатності на кожній ділянці:

$$x_{nkl} \geq e_{nkl}^{(1)} \quad (y_{kml} \geq e_{kml}^{(2)}),$$

де  $e_{nkl}^{(1)}$  ( $e_{kml}^{(2)}$ ) – максимально можливі обсяги перевезення на певній ділянці  $A_n \rightarrow D_k$  ( $D_k \rightarrow B_m$ ).

Проілюструємо можливість використання побудованої моделі та проведемо розрахунки для конкретного випадку. Припустимо, що є три пункти відправлення вантажу ( $N = 3$ ), два перевалочні пункти – інтермодальні термінали морських портів ( $D = 2$ ) та два пункти призначення ( $M = 2$ ), які також є терміналами морських портів.

В якості можливих видів транспорту розглянемо автомобільний транспорт ( $l = 1$ ), залізницю ( $l = 2$ ) та морський транспорт ( $l = 3$ ). На ділянках  $D \rightarrow B$  (на другому етапі) будемо розглядати перевезення тільки морським транспортом. Це означає, що  $y_{kml} = y_{km2} = 0$ ,  $k = 1, 2$ ,  $m = 1, 2$ .

Крім того, припустимо, що використання залізниці на ділянці  $A_1 \rightarrow D_2$  неможливо ( $x_{122} = 0$ ). На ділянці  $A_2 \rightarrow D_1$ , навпаки, недоступне перевезення автомобільним транспортом ( $x_{211} = 0$ ). Також перевезення автомобільним транспортом на ділянці  $A_3 \rightarrow D_3$  обмежене величиною  $e_{331}^{(1)} : x_{331} \leq e_{331}^{(1)}$ .

В такому випадку матимемо 14 параметрів управління:  $x_{111}, x_{112}, x_{121}, x_{212}, x_{221}, x_{222}, x_{311}, x_{312}, x_{321}, x_{322}, y_{113}, y_{123}, y_{213}, y_{223}$ . Тоді економіко-математична модель поставленої задачі матиме вигляд:

Цільова функція – сумарні витрати, пов'язані з перевезенням вантажу:

$$\begin{aligned} S &= c_{111}^{(1)}x_{111} + c_{112}^{(1)}x_{112} + c_{121}^{(1)}x_{121} + c_{212}^{(1)}x_{212} + c_{221}^{(1)}x_{221} + \\ &+ c_{222}^{(1)}x_{222} + c_{311}^{(1)}x_{311} + c_{312}^{(1)}x_{312} + c_{321}^{(1)}x_{321} + c_{322}^{(1)}x_{322} + \\ &c_{113}^{(2)}y_{113} + c_{123}^{(2)}y_{123} + c_{213}^{(2)}y_{213} + c_{223}^{(2)}y_{223} \rightarrow \min. \end{aligned}$$

Весь вантаж з пунктів  $A_1, A_2, A_3$  потрібно вивезти залізницею або автомобільним транспортом в перевалочні пункти  $D_1, D_2$ :

$$\begin{aligned} x_{111} + x_{112} + x_{211} &= a_1, \\ x_{212} + x_{221} + x_{222} &= a_2, \\ x_{311} + x_{312} + x_{321} + x_{322} &= a_3. \end{aligned}$$

Перевезення морським транспортом з пунктів перевалки  $D_1, D_2$  до пунктів призначення  $B_1, B_2$  повинні бути організовані так, щоб задовольнити попит на вантаж:

$$y_{113} + y_{213} = b_1,$$

$$y_{123} + y_{223} = b_2.$$

Умова балансу в перевалочних пунктах:

$$x_{111} + x_{112} + x_{212} + x_{311} + x_{312} = y_{113} + y_{123},$$

$$x_{121} + x_{221} + x_{222} + x_{321} + x_{322} = y_{213} + y_{223}.$$

Пропускні здатності пунктів перевалки не повинні бути перевищені:

$$x_{111} + x_{112} + x_{212} + x_{311} + x_{312} \leq d_1,$$

$$x_{121} + x_{221} + x_{222} + x_{321} + x_{322} \leq d_2.$$

Додаткова умова, яка стосується того факту, що обсяг перевезення автомобільним транспортом на ділянці  $A_3 \rightarrow D_1$  обмежений величиною  $e^{(1)}_{311}$

$$x_{311} \leq e^{(1)}_{311}.$$

Умови невід'ємності параметрів управління:

$$x_{111}, x_{112}, x_{121}, x_{212}, x_{221}, x_{222}, x_{311}, x_{312}, x_{321}, x_{322}, y_{113}, y_{123}, y_{213}, y_{223} \geq 0.$$

Схема розглянутого ланцюга поставок наведена на рис. 3.

Необхідні для розрахунків дані наведені в табл. 1.

В сучасних умовах вихідні дані [14–17] для рішення задачі є нестабільними та мають тенденцію до зростання. Для розрахунків взяті усереднені значення вартісних показників на момент формування інформаційної бази даної статті. Проводити чисельні розрахунки на запропонованій модулі зручно з використанням за запропонованою моделлю можна за допомогою програми Excel, опція «Пошук рішення».

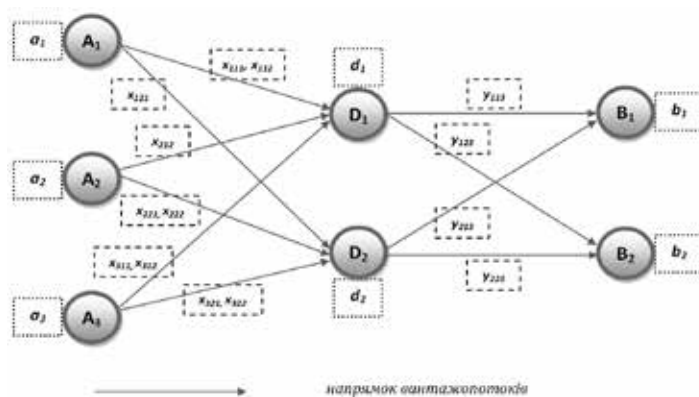


Рис. 3. Схема ланцюга поставок для прикладу

Джерело: побудовано авторами

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунків

Умове позначення	Значення параметру	Умове позначення	Значення параметру	Умове позначення	Значення параметру
$a_1$	130	$c^{(1)}_{111}$	1000	$c^{(1)}_{312}$	650
$a_2$	150	$c^{(1)}_{112}$	600	$c^{(1)}_{321}$	800
$a_3$	120	$c^{(1)}_{121}$	850	$c^{(1)}_{322}$	600
$d_1$	180	$c^{(1)}_{212}$	500	$c^{(2)}_{113}$	2500
$d_2$	230	$c^{(1)}_{221}$	800	$c^{(2)}_{123}$	4000
$b_1$	210	$c^{(1)}_{222}$	500	$c^{(2)}_{213}$	3000
$b_2$	190	$c^{(1)}_{311}$	850	$c^{(2)}_{223}$	4200
$e^{(1)}_{311}$	100	-	-	-	-

Джерело: побудовано авторами

В результаті отримане рішення поставленої задачі дозволяє спланувати ланцюги поставки вантажів наступним чином. Відвантаження об'ємів вантажопотоків відбуватиметься на всіх трьох пунктах відправлення  $A_1, A_2, A_3$ . З пункту  $A_1$  потрібно вивезти запаси в повному об'ємі у 130 тис. т, використовуючи тільки автомобільний вид транспорту, в пункт перевантаження  $D_1$ . З пункту  $A_2$  вантажопотік повністю вивозиться до вантажних портових терміналів  $D_1$  та  $D_2$  залізницею у співвідношенні 1:3 відповідно. Тобто третина запасу у 50 тис. т доставляється до  $D_1$ , а дві третини, у обсязі 100 тис. с., відповідно до п.  $D_2$ . Залізничний транспорт також застосовується при вивезення всього об'єму вантажу у 120 тис.т з пункту відправлення  $A_3$ , але, як і у випадку  $A_2$  доставляється в тільки до проміжного пункту  $D_2$ . Завантаження пунктів перевалки відповідає умові використання їх потужностей.

Задоволення потреб пунктів призначення відбувається за допомогою використання транспортних засобів морського виду транспорту. Сумарні сформовані запаси у пункти  $D_1$  у повному об'ємі розміром у 180 тис. т вивозяться до пункту призначення  $B_1$ , Потреби  $B_2$  задовольняють обидва пункти перевантаження  $D_1$  та  $D_2$  у співвідношенні 30 тис. т на 190 тис. т відповідно.

При такому плановому розподіленні вантажопотоків за видами транспорту загальні витрати складуть майже 1,6 млн. долл США на забезпечення всіх етапів та складових ланцюга доставки. При цьому потужності пункту перевантаження  $D_1$  буде повністю вичерпане. Щодо пункту перевантаження  $D_2$  то невикористаним залишаться незначний показник потужності терміналу – 10 тис. т.

Отримані результати рішення згруповано в табл. 2.

Таблиця 2

Результати розрахунків

Умове позначення	Значення параметру	Умове позначення	Значення параметру	Умове позначення	Значення параметру
$x_{111}^{(1)}$	-	$x_{222}^{(1)}$	100	$y_{113}^{(2)}$	180
$x_{112}^{(1)}$	130	$x_{311}^{(1)}$	-	$y_{123}^{(2)}$	-
$x_{121}^{(1)}$	-	$x_{312}^{(1)}$	-	$y_{213}^{(2)}$	30
$x_{212}^{(1)}$	50	$x_{321}^{(1)}$	-	$y_{223}^{(2)}$	190
$x_{221}^{(1)}$	-	$x_{322}^{(1)}$	120	-	-

Джерело: побудовано авторами за розрахунками

Для ілюстрації отриманого рішення на рисунку 4 наведено представлені обсяги перевезень між елементами та види транспорту, що було визначено.

Світлим кольором позначено ті ланки, використання яких погіршує значення цільової функції задачі при заданих обмеженнях.

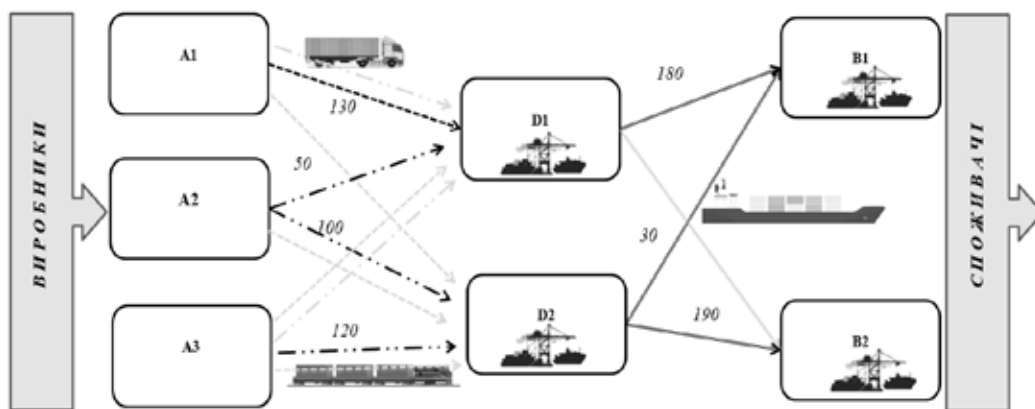


Рис. 4. Схема ланцюга поставок з визначенням видів транспорту та обсягом вантажопотоку

Висновки

В роботі на основі класичної транспортної задачі та її модифікації з однією множиною пунктів перевалки побудована статична економіко-математична модель ланцюга поставок вантажу від пунктів відправлення до

пунктів споживання. Попередньо визначено, структуроване та згруповано основні елементи, що беруть участь у реалізації плану поставки. В залежності до визначених функцій, значень та цілей вирішено задачу на мінімізацію витрат з встановленими обмеженнями.

Модель враховує можливість використання різних транспортних засобів на обраних ділянках доставки, обмеження продуктивності однієї з ділянок та обмеження в потужностях портового терміналу – пункту перевантаження. Проведені розрахунки для конкретного випадку показали обґрунтування вибору виду транспорту (автомобільний та/або залізничний) для доставки вантажу до перевалочних пунктів, якими в даному випадку виступають інтермодальні термінали морських портів, пріоритетність вибору самого терміналу та завантаженість ділянок морського транспорту до пунктів призначення. При цьому портовий оператор, одночасно є як організатором, так і учасником процесу та може приймати рішення на різних етапах від планування до виробництва. В результаті в даному ланцюгу, вважаючи на поставлені умови, не приймають участь три автомобільні, дві залізничні та одна морська ланка ланцюга. Досягається екстремум та економиться потужність одного з пунктів перевантаження. При цьому зміна конфігурації ланцюга поставки: функцій, цілей, учасників, технології, улаштування тощо може призвести її до зміни рішення.

Дана модель може бути адаптована для різних конфігурацій ланцюгів поставок У подальших дослідженнях за цією тематикою можливо розглядати інші конфігурації ланцюгів поставок, наприклад, коли весь вантаж проходить поступово через декілька множин перевалочних пунктів. Можливе подальше узагальнення досліджуваної моделі на випадок, коли попит на вантаж в пунктах призначення є випадковою величиною з відомими законами розподілу, тощо. Тож тема подальшого інтегрування процесів та функцій ланцюга поставок набуває актуальності та потребує додаткових досліджень, розвитку та інтеграції існуючих технік та методик.

#### Список використаної літератури

1. SteadieSeifi M. et al. Multimodal freight transportation planning: A literature review //European journal of operational research. – 2014. – Т. 233. – №. 1. – С. 1-15. doi: 10.1016/j.ejor.2013.06.055
2. Ursavas E., Zhu S. X. Optimal policies for the berth allocation problem under stochastic nature //European Journal of Operational Research. – 2016. – Т. 255. – №. 2. – С. 380-387. doi: 10.1016/j.ejor.2016.04.029
3. Li G., Hu D., Su L. The model of location for single allocation multimodal hub under capacity constraints // Procedia-Social and Behavioral Sciences. – 2013. – Т. 96. – С. 351-359. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.08.042
4. 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
5. 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
6. 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
7. Jaehn F., Rieder J., Wiehl A. Minimizing delays in a shunting yard //OR Spectrum. – 2015. – Т. 37. – №. 2. – С. 407-429. doi.org/10.1007/s00291-015-0391-1
8. Valentyna Romakh, Victoria Vasylieva. The impotence of port management in ensuring the sustainable development of the transport system. //Science and Education for Sustainable Development: Monograph / edited Aleksander Ostenda, Valentyna Smachylo. - Katowice: Publishing House of University of Technology, 2022. P. 157-168. ISBN 987-83-963977-2-0, DOI:10.54264/M005
9. Ромах В. Л. Формирований ефективного 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
10. 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
11. Постан, М. Я. Экономико-математические модели смешанных перевозок /М. Я. Постан. – Одесса: Астропринт, 2006. – 376 с.
12. Кузько Н. С. Моделювання логістичного ланцюга поставок //Вісник Національного університету" Львівська політехніка. – 2005. – №. 526-С. – С. 94-98.
13. Куруджи Ю.В. Оптимизация планов закупки и доставки товара в логистической сети при случайном спросе // Глобальні та національні проблеми економіки: електронне наукове фахове видання. – 2017. – № 18. – С. 603-607.
14. Incoterms rules – URL: <https://iccwbo.org/resources-for-business/incoterms-rules/incoterms-2020/>. (дата звернення 20 листопада 2022).
15. Tariff Calculator. – URL: <https://www.zim.com/tools/tariff-calculator>. (дата звернення 20 листопада 2022).

16. Міжнародний залізничний транзитний тариф (МТТ). – URL: [https://uz.gov.ua/cargo\\_transportation/legal\\_documents/mignarodni\\_taryfy/mtt/](https://uz.gov.ua/cargo_transportation/legal_documents/mignarodni_taryfy/mtt/). (дата звернення 20 листопада 2022).

17. Український експорт – як отримати вихід до моря. Онлайн-конференція. Railexpo. Newport. URL: <https://railexpoua.com/konferentsiia/>. (дата звернення 23 листопада 2022).

#### References

1. SteadieSeifi, M., Dellaert, N. P., Nuijten, W., Van Woensel, T., & Raoufi, R. Multimodal freight transportation planning: A literature review. *European journal of operational research*, 2014, no. 233(1), pp. 1-15. doi: 10.1016/j.ejor.2013.06.055.
2. Ursavas, E., & Zhu, S. X. Optimal policies for the berth allocation problem under stochastic nature. *European Journal of Operational Research*, 2016, no. 255(2), pp. 380-387. doi: 10.1016/j.ejor.2016.04.029.
3. Li, G., Hu, D., & Su, L. The model of location for single allocation multimodal hub under capacity constraints. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2013, no. 96, pp. 351-359. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.08.042.
4. Postan, M. Y., & Kurudzhi, Y. V. Modeling the influence of transport units movements irregularity on storage level of cargo at warehouse. *Acta Systemica*, 2012, no. 12(1), pp. 31-36. ISSN 1813-4769.
5. Kruk, Yu. Yu., & Postan, M. Ya. Development and analysis of a dynamic model for optimizing the interaction of traffic flows at the port terminal. *East European Journal of Advanced Technologies*, 2016, no. 1(3(79)), pp. 19-23. doi: 10.15587/1729-4061.2016.61154.
6. Yan, B., Zhu, X., Lee, D. H., Jin, J. G., & Wang, L. Transshipment operations optimization of sea-rail intermodal container in seaport rail terminals. *Computers & Industrial Engineering*. 2020. no. 141, pp. 106-296. doi.org/10.1016/j.cie.2020.106296.
7. Jaehn, F., Rieder, J., & Wiehl, A. Minimizing delays in a shunting yard. *OR Spectrum*. 2015. no. 37(2), pp. 407-429. doi.org/10.1007/s00291-015-0391-1.
8. Romakh V, Vasyliieva V. The impotence of port management in ensuring the sustainable development of the transport system. [Science and Education for Sustainable Development]. Katowice: Publishing House of University of Technology, 2022. pp. 157-168. ISBN 987-83-963977-2-0, doi:10.54264/M005.
9. Romakh V. L. Formation of an effective set of alternatives in solving problems of cluster optimization. Bulletin of Volodymyr Dahl Khidnoukrainian National University. 2019. no. 3, pp. 151-155. ICV 2017: 48.35, ISSN 1998-7927.
10. 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, no. 3(1). doi: 10.5176/2251-3701\_3.1.118.
11. Postan, M. Ya. Ekonomiko-matematicheskiye modeli smeshannykh perezovozok [Economic and mathematical models of mixed transportation]. Odessa: Astroprint, 2006. 376 p.
12. Kuzko N. Y. Modeling of the logistic supply chain. *Bulletin of the National University Lviv Polytechnic*. 2005. no. 526-C, pp. 94-98.
13. Kuruji, Y. V. Optimization of plans for the purchase and delivery of goods in the logistics network with random demand. Global and national problems of the economy. 2017. no. 18, pp. 603-607.
14. Incoterms rules – URL: <https://iccwbo.org/resources-for-business/incoterms-rules/incoterms-2020/>. (accessed 20 November 2022).
15. Tariff Calculator. – URL: <https://www.zim.com/tools/tariff-calculator>. (accessed 20 November 2022).
16. International Railroad Transit Tariff (МТТ). – URL: [https://uz.gov.ua/cargo\\_transportation/legal\\_documents/mignarodni\\_taryfy/mtt/](https://uz.gov.ua/cargo_transportation/legal_documents/mignarodni_taryfy/mtt/) (accessed 20 November 2022).
17. Ukrainian export - how to take a trip to the sea. Online conference. Railexpo. Newport. – URL: <https://railexpoua.com/konferentsiia/>. (accessed 23 November 2022).

О. О. СОЛОВЬОВА

Національний авіаційний університет

ORCID: 0000-0002-7089-0067

В. Є. КОМАНДРОВСЬКА

Національний авіаційний університет

ORCID: 0000-0002-6849-5148

О. Є. СОКОЛОВА

Національний авіаційний університет

ORCID: 0000-0001-6341-0195

І. М. ГЕРАСИМЕНКО

Національний авіаційний університет

ORCID: 0000-0002-4297-39731

І. І. ВИСОЦЬКА

Національний авіаційний університет

ORCID: 0000-0002-0646-2105

## ЛІЗИНГ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ЯК ЕФЕКТИВНА БІЗНЕС-ТЕХНОЛОГІЯ АВІАКОМПАНІЇ

У статті розглянуто теоретичні аспекти поняття «бізнес-технології». Охарактеризовано сутність основних видів бізнес-технологій, які є виправданими, сталими та такими, що отримали світове визнання. Доведено, що для ефективного функціонування авіакомпанії щодо оновлення парку повітряних суден (ПС) більш сприятливим є лізинг. Процес відновлення парку літаків будь-якої авіакомпанії вимагає значного фінансового забезпечення. При цьому лізинг є однією з основних бізнес-технологій щодо залучення інвестицій в галузь авіаційного транспорту. Це обумовлено високою вартістю сучасних типів ПС, а також відсутністю у вітчизняних авіакомпаній належних обігових коштів. З'ясовано, що на ринку фінансування придбання літаків взаємодіють три основні суб'єкти: оператор повітряних суден (лізингоотримувач, орендар); лізингодавець (банк або спеціалізована лізингова компанія); кредитор (фінансова установа, яка надає кошти). Сформовано загальну схему лізингу ПС та визначено взаємозв'язки учасників лізингової угоди. Розкрито сутність фінансового та оперативного видів лізингу, а також визначено вигідність їх застосування для всіх учасників лізингової угоди.

Проаналізовано методи порівняльної оцінки ефективності фінансового лізингу, де простежуються два підходи: витратний та вартісний. В першому підході сума дисконтованих грошових потоків з лізингу мінімізується. В другому підході чиста поточна вартість лізингового фінансування максимізується. З'ясовано, що вартісний підхід вважається реалістичним, адже в ньому враховується найважливіша вимога кредитора – дисципліна погашення кредиту.

Запропоновано форму фінансування відновлення парку ПС за критерієм мінімальних грошових потоків кредитної заборгованості CCF та лізингової заборгованості LCF. Зроблено розрахунок порівняльної оцінки ефективності лізингу на прикладі придбання літака типу Boeing 737 MAX 8.

**Ключові слова:** бізнес-технології, лізинг, авіакомпанія, авіаційний лізинг, фінансовий лізинг, оперативний лізинг, оцінка ефективності лізингу.

O. O. SOLOVIOVA

National Aviation University

ORCID: 0000-0002-7089-0067

V. Ye. KOMANDROVSKA

National Aviation University

ORCID: 0000-0002-6849-5148

O. Ye. SOKOLOVA

National Aviation University

ORCID: 0000-0001-6341-0195

I. M. HERASYMENKO

National Aviation University

ORCID: 0000-0002-4297-39731

I. I. VYSOTSKA

National Aviation University

ORCID: 0000-0002-0646-2105

## AIRCRAFT LEASING AS AN EFFECTIVE BUSINESS TECHNOLOGY OF THE AIRLINE COMPANY

The article deals with the theoretical aspects of the «business technology» concept. The essence of the main types of business technologies, which are justified, sustainable and have received worldwide recognition, is characterized. It has been proven



that leasing is more favourable for the effective functioning of the airline regarding the renewal of the aircraft fleet. The process of restoring the aircraft fleet of any airline requires significant financial support. At the same time, leasing is one of the main business technologies for attracting investments in the air transport industry. This is due to the high cost of modern types of aircraft, as well as the lack of adequate working capital at domestic airlines. It was found that three main subjects interact in the market of financing the purchase of aircraft: aircraft operator (lessee); lessor (bank or specialized leasing company); creditor (financial institution that provides funds). The general scheme of aircraft leasing was formed and the relationships between the participants of the leasing agreement were defined. The essence of financial and operational types of leasing is revealed, and the profitability of their use for all participants of the leasing agreement is determined.

The methods of financial leasing comparative effectiveness assessment are analysed, where two approaches are traced: cost and value. In the first approach, the amount of discounted cash flows from leasing is minimized. In the second approach the net present value of leasing financing is maximized. It was found that the value approach is considered realistic, because it takes into account the most important creditor requirement – the discipline of repaying the loan.

A form of financing the aircraft fleet renewal is proposed based on the criterion of minimum cash flows of CCF credit debt and LCF leasing debt. The calculation of the leasing efficiency comparative assessment was made using the example of the Boeing 737 MAX 8 aircraft purchase.

**Key words:** business technologies, leasing, airline, aviation leasing, financial leasing, operational leasing, assessment of leasing efficiency.

### Постановка проблеми

З метою підвищення ефективності управління організацією, скорочення витрат, оптимізації бізнес-процесів, бізнес-планування і, як результат, збільшення прибутковості бізнесу у підприємстві використовують різні бізнес-технології [1].

Однією з форм вирішення даної проблеми для авіакомпанії є використання лізингу, який представляє комплексну систему економіко-правових взаємовідносин між авіакомпанією, лізинговою компанією і виробником авіаційної техніки. Процес відновлення парку літаків будь-якої авіакомпанії вимагає значного фінансового забезпечення. При цьому лізинг є однією з основних бізнес-технологій щодо залучення інвестицій в галузь авіаційного транспорту. Такий варіант придбання повітряного судна дозволяє авіакомпанії одержати його для експлуатації, а виробнику, який має значний нестаток оборотних коштів, – створити довгостроковий портфель замовлень з гарантованою оплатою поставленої продукції.

Авіаційна промисловість є однією з найбільших галузей української економіки. Літаки українського виробництва експлуатуються як в Україні, так і в багатьох країнах світу. Проте, переважна більшість авіакомпаній не мають достатніх фінансових ресурсів для самостійного придбання нової авіаційної техніки, а використання позичкового капіталу (кредитів комерційних банків) – не вигідне, зважаючи на високу вартість «довгих грошей» і вимог комерційних банків по забезпеченню кредитів.

Тому для авіакомпанії фактично єдиним ефективним шляхом вирішення завдання розширення виробничої потужності авіакомпаній і оновлення парку авіаційної техніки є лізинг.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сучасні тенденції розвитку бізнес-технологій у підприємстві та теоретичні аспекти розвитку лізингу досліджували такі українські та зарубіжні вчені, як Дудко П.М., Єрмошко М.М., Лещенко М.І., Галецька Т.І., Васильчишин О.Б., Горемікин В.А., Зубіна С.В., Зайцев О.В., Топішко Т.І., Мозговий О.М., Пивоваров С.Е., Петрашко Л.П. та інші. В цих наукових працях достатньо повно висвітлені поняття та види сучасних бізнес-технологій, а також теоретичні положення щодо сутності лізингу, його видів та форм, переваг та недоліків. В Національному авіаційному університеті є науковці, які теж займалися дослідженнями в галузі авіації та лізингу. Зокрема, це Мягких І.М., Ареф'єва О.В., Астапова Г.В., Юр'єва Т.Г. Їхні роботи також стали вагомим внеском для дослідження розвитку української авіації та пошуку джерел фінансування оновлення парку повітряних суден.

### Формулювання мети дослідження

Метою статті є дослідження сучасних тенденцій розвитку бізнес-технологій та визначення ефективності використання лізингу повітряних суден в авіакомпанії.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Під визначення поняття «бізнес-технологія» можуть підпадати будь-які різнопланові дії підприємства. Але в той же час можна стверджувати, що бізнес-технології – це явище доволі масштабне, популярне, структуроване та застосоване на практиці. Найбільш широке визначення поняття «бізнес-технології» наведено у роботі [1]: «бізнес-технології – це сукупність методів, прийомів, інновацій, технічних і розумових рішень, які сприяють розвитку бізнесу, розширюють його можливості та створюють для нього нові перспективи».

Розглянемо сутність основних видів бізнес-технологій, які є виправданими, сталими та такими, що отримали світове визнання. До таких бізнес-технологій відносяться [1]:

– франчайзинг – спосіб організації бізнесу, при якому франчайзер передає франчайзі право на продаж товарів чи послуг цієї компанії в обмін на зобов'язання франчайзі продавати ці товари чи послуги;

– лізинг – довгострокова оренда майна на умовах поворотності, терміновості й платності і на підставі відповідного договору між орендодавцем і орендарем, що передбачає можливість їх наступного викупу орендарем;

– факторинг – комісійно-посередницька діяльність, пов'язана з поступкою фактора клієнтом-постачальником неоплачених платежів вимог за поставлені товари, виконані роботи, послуги, а отже, одержання платежу за ними, тобто з інкасуванням дебіторської заборгованості клієнта;

– аутсорсинг – укладання договору між двома компаніями на передачу деяких функцій, завдань, бізнес-процесів.

– кешбек – повернення певної частини грошей за покупки, які здійснюються в інтернет-магазинах, або програма лояльності, яка стимулює споживачів використовувати пластикові картки під час покупок;

– кластер – галузеве, територіальне та добровільне об'єднання підприємницьких структур, які тісно співпрацюють із науковими установами, громадськими організаціями та органами місцевої влади з метою підвищення конкурентоздатності власної продукції і сприяння економічному розвитку регіону.

Виходячи з особливостей наведених бізнес-технологій, для ефективного функціонування авіакомпанії щодо оновлення парку повітряних суден (ПС) більш сприятливим є лізинг. Це обумовлено високою вартістю сучасних типів ПС, яка складає приблизно до 300 млн доларів США, а також відсутністю у вітчизняних авіакомпаній таких обігових коштів. Сьогодні понад 50% усіх продажів літаків у світі відбувається за рахунок лізингу [2].

Авіаційний лізинг – це вид цивільно-правових відносин, предметом яких є повітряні судна, а також допоміжне обладнання (використовується для придбання та експлуатації повітряних суден) [3]. Кожен учасник лізингу має свій інтерес. Для лізингодавця лізинг повітряного судна – це вигідний спосіб вкладення капіталу і засіб ефективного розміщення вільних грошових активів. Основна вигода полягає в тому, що лізингодавці інвестуються в майно, тобто зменшується ризик неповернення коштів. Власники повітряних суден можуть активно впливати на ринок оренди ПС і цим самим розширювати обсяги їх збуту. Також вигодною є можливість отримання всієї вартості об'єкта за допомогою посередників, якими зазвичай виступають лізингові компанії.

Що стосується лізингокористувача, то його приваблює можливість передачі зобов'язань за здійснення технічного обслуговування об'єкта на лізингодавця. Таким чином, немає потреби пошуку спеціальних працівників для ремонту та модернізації повітряного судна, тим самим лізингокористувач скорочує витрати на обслуговування об'єкта, взятого в лізинг. Критерієм для розмежування служить обсяг обов'язків лізингодавця і термін використання устаткування.

На ринку фінансування придбання літаків переважають три основні суб'єкти (рис. 1):

– оператор повітряних суден / авіакомпанія (лізингоотримувач, орендар) – сторона, якій надається літак у лізинг;

– лізингодавець (банк або спеціалізована лізингова компанія) – сторона, яка надає літак в лізинг;

– кредитор – це фізична особа, державна чи приватна група чи фінансова установа, яка надає кошти іншим, розраховуючи, що кошти будуть повернені.

Світовий досвід правових взаємовідносин по лізингу свідчить, що при укладанні лізингових угод лізингоотримувач приймає на себе обов'язок застрахувати транспортування одержуваного в лізинг устаткування, його монтаж і пусконаладжувальні роботи, майнові ризики.

Згідно вимог ІКАО лізингоотримувач ПС повинний укласти договори [4]:

– страхування відповідальності перед третіми особами на випадок заподіяння шкоди їх життю, здоров'ю або майну при експлуатації повітряного судна;

– страхування відповідальності перед пасажирями повітряного судна на випадок заподіяння шкоди їх життю, здоров'ю або майну при повітряному перевезенні (якщо лізингоотримувач здійснює перевізну діяльність);

– страхування відповідальності за перевезений вантаж (якщо лізингоотримувач здійснює перевізну діяльність).

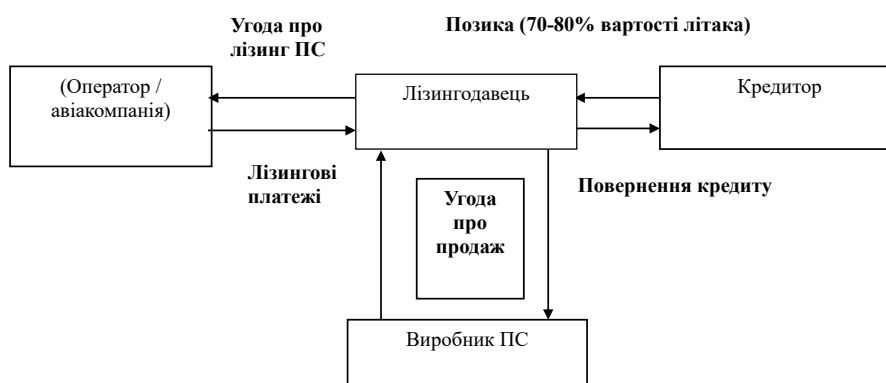


Рис. 1. Загальна схема лізингу ПС

Відзначимо, що у відповідності зі специфікою галузі, користувачами повітряних суден можуть бути тільки авіакомпанії, що мають сертифікат експлуатанта, страхувати свою відповідальність при всіх типах договорів лізингу зобов'язаний лізингоотримувач.

У залежності від умов, передбачених учасниками лізингу, існують різноманітні його види, хоча нерідко грань між ними провести досить важко. Роздивимося більш детально основні, найбільш часто використовувані види лізингу. Основними видами лізингу є фінансовий лізинг (Financial lease) і оперативний (Operating lease).

Результатом фінансового лізингу є перехід права власності на об'єкт лізингу до лізингодержувача після закінчення строку дії договору чи купівлі його за залишковою вартістю. Оперативний лізинг – це угода, умови якої передбачають амортизацію вартості капіталу, що був використаний лізингодавцем з метою купівлі повітряного судна на протязі усього строку дії договору [5].

Фінансовий лізинг, цілком обґрунтовано, можна порівняти з покупкою кредиту, при чому оцінка внутрішньої вартості лізингу проводиться з урахуванням вартості його як для авіакомпанії, так і для лізингодавця.

Як показує аналіз методів оцінки ефективності лізингу та дослідження різних літературних джерел в залежності від особливих умов лізингу та покупки можна побачити різні методи порівняльної оцінки ефективності фінансового лізингу. Однак, незважаючи на цю кількість, яка є уявною, простежуються два підходи: витратний та вартісний. В першому підході сума дисконтованих грошових потоків з лізингу мінімізується. В другому підході чиста поточна вартість лізингового фінансування максимізується. Вартісний підхід вважається реалістичний, адже в ньому враховується найважливіша вимога кредитора – дисципліна погашення кредиту.

Останнє рішення про лізинг (фінансовий або оперативний) того чи іншого ПС приймається авіакомпанією після його комплексної оцінки економічної ефективності.

Таким чином, завдання відновлення парку ПС авіакомпанії полягає у фінансуванні необоротних активів за рахунок власного або позикового капіталу. Вибір конкретного варіанту здійснюється з урахуванням таких факторів:

- достатність власних фінансових ресурсів для забезпечення фінансового розвитку авіакомпанії в майбутньому;
- вартість довгострокової фінансової позики порівняно з рівнем прибутку, який можна отримати інвестуючи у нові ПС;

- досягнута пропорція використання капіталу та позикового капіталу, що визначає рівень фінансової стійкості авіакомпанії;

- наявність довгострокового фінансового кредиту для авіакомпанії.

Фінансування лізингу літаків переглядається для кожного можливого варіанта кредитування. Початковою точкою порівняльного аналізу є початкова сума фінансування (вартість контракту на придбання літака), а сума, яку потрібно знайти, – це сума наступних платежів, яка повинна бути мінімальною.

При придбанні літака за рахунок банківського кредиту основу грошового потоку кредитної заборгованості  $CCF$  становлять відсоток за користування кредитом  $r \cdot INV$  та загальна сума  $INV$ , яка підлягає поверненню кредитору. Розрахунок  $CCF$  у приведеній (дійсній) вартості здійснюється за формулою:

$$CCF = \sum_{t=1}^T \frac{rINV(1 - \zeta_p)}{(1+r)^t} + \frac{INV}{(1+r)^T} \quad (1)$$

де  $\zeta_p$  – ставка податку на прибуток;

$INV$  – розмір інвестицій;

$T$  – кількість інтервалів, за якими здійснюється розрахунок відсоткових платежів у визначеному періоді часу.

Основу грошового потоку лізингової заборгованості  $LCF$  складає авансовий лізинговий платіж (гарантований депозит)  $P$  та регулярні лізингові платежі  $LCF(t)$  за використання ПС. Розрахунок здійснюється за формулою:

$$LCF = P + \sum_{t=1}^T \frac{LCF(t)(1 - \zeta_p)}{(1+r)^t} \quad (2)$$

де  $i$  – середньорічна ставка відсотка на ринку капіталу (середня ставка відсотка по довгостроковому кредиту), виражена десятковим дробом.

Порівнюючи значення (1) і (2) приймаємо рішення про найбільш ефективну, на наш погляд, форму фінансування відновлення парку ПС за критерієм  $\min\{CCF, LCF\}$ . Саме такий підхід до порівняльного аналізу покупки чи лізингу необоротних активів використовується у відомих публікаціях, присвячених цій проблемі [6].

У таблиці 1 наведено вихідні дані для розрахунків порівняння.

Розрахунки порівняльної оцінки ефективності лізингу проведено на прикладі придбання літака типу Boeing 737 MAX 8, який відрізняється найнижчими експлуатаційними витратами в сегменті вузькофюзеляжних літаків, при цьому витрати на крісло на 8% нижче, ніж у типу ПС A320 neo.

За витратним підходом відправною точкою порівняльного аналізу прийнято початковий розмір фінансування (вартість контракту на покупку ПС), а за розмір, що необхідно знайти, приймаємо суму наступних платежів, що повинна бути мінімальною.

Таблиця 1

## Вихідні дані для розрахунку порівняльної оцінки ефективності лізингу ПС

Вихідні дані	Значення
Сума лізингового фінансування (вартість Boeing 737 MAX 8), млн дол	277
Термін контракту, років	10
Ставка податку на прибуток лізингоодержувача, %	18
Ставка банківської позички ( $r=i$ ), % річних	15
Кількість інтервалів, по яких здійснюється розрахунок процентних платежів, інтервалів	10
Щорічний лізинговий платіж, млн дол	40,8
Авансовий лізинговий платіж, млн дол	27,7

Розрахунки проведено за формулами 1, 2, використовуючи програму EXEL. За формулою 1 приймаємо наступні умови кредиту: сума відсотка виплачується рівномірними частинами; повернення основної суми боргу здійснюється після закінчення терміна корисного використання кредиту.

Результати розрахунків порівняльної ефективності лізингу літака типу Boeing 737 MAX 8 за першим варіантом порівняння наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

## Розрахунок грошового потоку лізингової заборгованості

CCF, (млн дол)										
Найменування позиції	Роки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відсоток за користування кредитом, $rINV$	37,35	37,35	37,35	37,35	37,35	37,35	37,35	37,35	37,35	37,35
з урахуванням відсоткового податкового щита, $rINV(1-V)$	28,01	28,01	28,01	28,01	28,01	28,01	28,01	28,01	28,01	28,01
Коефіцієнт дисконтування, $1/(1+r)^t$	0,87	0,76	0,66	0,57	0,50	0,43	0,38	0,33	0,28	0,25
CCF (t) приведені	24,37	21,29	18,49	15,97	14,01	12,05	10,64	9,24	7,84	7,00
$INV(1+r)^T \cdot V / INV(1+r)^T \cdot V / INV(1+r)^T \cdot V / NV(1+r)^T \cdot V / INV(1+r)^T \cdot V / INV(1+r)^T \cdot V / ((1+r)^T)$	$249,30(1+0,15)^{10} - 249,30 / ((1+0,15)^{10} - 1) = 62,33$									
<b>Разом CCF приведені</b>	<b>140,90+27,7+62,33=230,93</b>									
LCF, (млн дол)										
Найменування позиції	Роки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лізинговий платіж, $LCF(t)$	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8
з урахуванням податкового щита орендної плати, $LCF(t) (1-V)$	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6
Коефіцієнт дисконтування, $1/(1+r)^t$	0,87	0,76	0,66	0,57	0,50	0,43	0,38	0,33	0,28	0,25
LCF(t) приведені	26,61	23,14	20,12	17,50	15,21	13,06	11,12	9,57	8,24	7,10
$INV(1+r)^T \cdot V / INV(1+r)^T \cdot V / INV(1+r)^T \cdot V / NV(1+r)^T \cdot V / INV(1+r)^T \cdot V / INV(1+r)^T \cdot V / ((1+r)^T)$	$249,30(1+0,15)^{10} - 10153,57 + 27,7 = 181,27$									
<b>Оптимальне рішення (min {</b>	<b>min {</b>									

У гіпотетичному варіанті умов придбання літака Boeing 737 MAX 8 порівнювалися грошові потоки кредитної і лізингової заборгованостей. Критерієм ефективної форми фінансування є мінімальний розмір заборгованості.

Розрахунки показали, що навіть при сприятливому варіанті кредитування (виплата суми відсотка за кредитом рівномірними частинами й амортизація основного боргу після закінчення кредитного періоду) потік лізингової заборгованості на 49,66 млн дол менше кредитної.

На рисунку 2 показано порівняльну діаграму акумуляції приведених платежів за кредитом і за лізинговим договором.

Діаграма на рисунку 2 показує, що платежі за кредитом перевищують лізингові перші три періоди інвестиційного проекту. Виплата основної суми боргу в десятому періоді відбулася значною різницею між лізинговим і кредитним платежами.

Даний метод припускає порівняння конкретних умов кредиту і лізингу. На оцінку ефективності лізингу в даному випадку може вплинути зміна умов виплати основного боргу і відсотків за кредитом, зміна таких параметрів як розмір лізингового платежу, гарантійного депозиту, рівня і форми кредитної ставки.

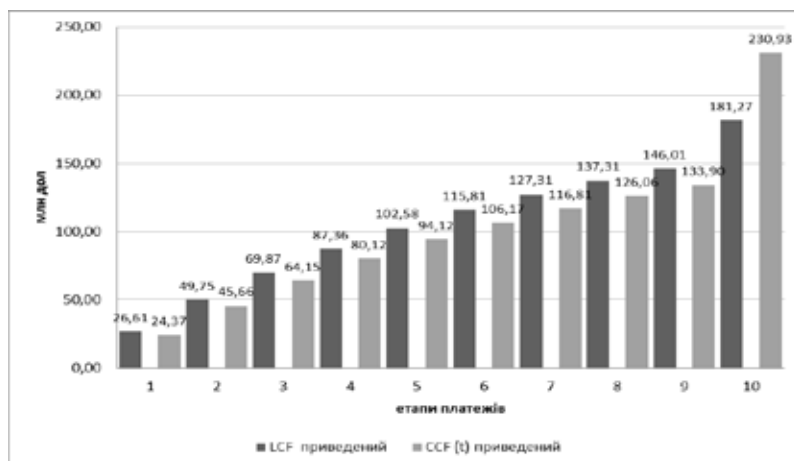


Рис. 2. Діаграма приведених платежів за кредитом і лізинговим договором

### Висновки

Дослідження сучасних тенденцій розвитку та сутності різних видів бізнес-технологій у підприємстві дозволило визначити лізинг як одну з основних бізнес-технологій щодо залучення інвестицій в галузь авіаційного транспорту.

Для демонстрації застосування обраної методики порівняння лізингу ПС з іншими варіантами фінансування було проведено експериментальні розрахунки на прикладі умов лізингової угоди для літака Boeing 737 MAX 8.

Зроблено розрахунки порівняльної ефективності грошових потоків кредитної і лізингової заборгованостей. Критерієм ефективної форми фінансування обрано мінімальний розмір заборгованості.

Розрахунки показали, що навіть при сприятливому варіанті кредитування потік лізингової заборгованості значно менше кредитної.

### Список використаної літератури

1. Дудко П. М. Сучасні тенденції розвитку бізнес-технологій у підприємстві. *Проблеми економіки*. 2017. Вип. № 3. С. 170–174.
2. Ковтуненко В. М., П'ятецька Б. М. Лізинг як ефективний інструмент розвитку авіаційної галузі України. *Агросвіт*. 2018. № 1. С. 36–31.
3. Повітряний кодекс України (2011, зі змінами та доповненнями). URL: <http://zakon3.ra-da.gov.ua/laws/show/3393-17/ed201704123>.
4. Про затвердження Порядку і правил проведення обов'язкового авіаційного страхування цивільної авіації: Постанова від 6 вересня 2017 р. № 676. Законодавство України. Кабінет Міністрів України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/676-2017-%D0%BF> (дата звернення: 28.11.2022).
5. Ненно І.М., Грінченко Ю.Л., Петренко І.І. Управління фінансово-економічною безпекою авіаційної галузі України. *Economic journal Odessa polytechnic university*. 2020. № 2(12). С. 53–59.
6. Перехрест Т.В. Методологія оцінювання ефективності діяльності підприємства. *Науковий вісник*. 2010. № 3.
7. Boeing 737 MAX. Матеріал из Википедии – свободной энциклопедии. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Boeing\\_737\\_MAX](https://ru.wikipedia.org/wiki/Boeing_737_MAX)

### References

1. Dudko P. M. Suchasni tendenciyi rozvitku biznes-tehnologii u pidpriyemnictvi. *Problemi ekonomiki*. 2017. Vip. № 3. S. 170–174.
2. Kovtunenکو V. M., P'yatecka B. M. Lizing yak effektivnii instrument rozvitku aviaciinoyi galuzi Ukrayini. *Agrosvit*. 2018. № 1. S. 36–31.
3. Povitryanii kodeks Ukrayini (2011, zi zminami ta dopovnenniyami). URL: <http://zakon3.ra-da.gov.ua/laws/show/3393-17/ed201704123>.
4. Pro zatverdzhennya Poryadku i pravil provedennya обов'язкового авіаційного страхування цивільної авіації: Постанова від 6 вересня 2017 р. № 676. *Zakonodavstvo Ukrayini. Kabinet Ministriv Ukrayini*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/676-2017-%D0%BF> (data zvernennya: 28.11.2022).
5. Nyenko I.M., Grinchenko YU.L., Petrenko I.I. Upravlinnya finansovo-ekonomichnoyu bezpekoyu aviaciinoyi galuzi Ukrayini. *Economic journal Odessa polytechnic university*. 2020. № 2(12). S. 53–59.
6. Perehrest T.V. Metodologiya ocinyuvannya effektivnosti diyalnosti pidpriyemstva. *Naukovii visnik*. 2010. № 3.
7. Boeing 737 MAX. Material iz Vikipedii – svobodnoi enciklopedii. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Boeing\\_737\\_MAX](https://ru.wikipedia.org/wiki/Boeing_737_MAX)

## ПУБЛІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ

УДК 336.025

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2022.3.16>

О. О. ГЛАДИШЕВА

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ORCID: 0000-0002-9744-5326

Я. І. ГЛУЩЕНКО

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ORCID: 0000-0003-1454-0369

СВІТОВИЙ ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ІНДУСТРІЇ 4.0  
В ОПОДАТКУВАННІ

*Інструментарій Індустрії 4.0 досить інтенсивно впроваджується в багатьох сферах економіки. За мету у даній роботі було визначено розгляд світового досвіду застосування інновації в системі оподаткування та визначення рекомендацій для удосконалення податкової системи України. У статті міжнародний досвід розподілення корпоративного податку на прибуток в умовах глобалізації та цифровізації економіки. Відзначено узгодження мінімальної ставки корпоративного податку на рівні 15% до прибутків транснаціональних компаній. На підставі даних Міжнародної асоціації Tax Justice Network проведено аналіз динаміки ставок корпоративного податку на прибуток в країнах, які характеризуються, як «податкові гавані». Проаналізована вибірка країн диференційована за ставками податку з виокремленням чотирьох груп з високим, середнім, низьким та нульовим рівнем оподаткування прибутку. Зазначено, що вирішення проблемних питань податкового адміністрування може бути вирішено за рахунок впровадження технології блокчейну, яка дозволяє досягти прозорості даних, отримання їх у режимі реального часу та підвищити ефективність податкового контролю. Охарактеризовано досвід країн світу, регіональних об'єднань, міжнародних організацій в застосуванні технології блокчейн для обміну даними з реєстру платників податків між рівнями державної і муніципальної влади, адміністрування податку на прибуток, цифровізації квитанцій, мита та митних зборів. Охарактеризовано особливості запровадження інструментарію Індустрії 4.0 з метою модернізації національної системи оподаткування та удосконалення роботи податкових служб. Відзначено реалізовані заходи підвищення рівня прозорості за рахунок створення електронного кабінету платника податків, єдиного реєстру податкових накладних, масового введення фіскальних реєстраторів з програмами третього покоління.*

**Ключові слова:** оподаткування, Індустрія 4.0, корпоративний податок, блокчейн, податкове адміністрування.

O. O. HLADYSHEVA

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ORCID: 0000-0002-9744-5326

Ya. I. HLUSHCHENKO

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ORCID: 0000-0003-1454-0369

## GLOBAL EXPERIENCE IN IMPLEMENTATION OF INDUSTRY 4.0 TOOLS IN TAXATION

*The Industry 4.0 tools implemented quite intensively at lot of areas of the economy. The purpose of this work was to review the world experience of applying innovation in the taxation system and to identify recommendations for improving the tax system of Ukraine. In the article, the international experience of the distribution of corporate income tax in the conditions of globalization and digitalization of the economy. The agreement on the minimum corporate tax rate at the level of 15% for the profits of multinational companies was noted. The dynamics of corporate income tax rates in countries characterized as "tax havens" were analyzed based on data from the International Tax Justice Network Association. The authors according to tax rates into four groups with high, medium, low and zero income taxation levels divide the sample of the studied countries. The article states that the solution to the problematic issues of tax administration can be solved through the implementation of blockchain technology, which allows achieving data transparency, receiving them in real time and increasing the efficiency of tax control. The experience of the countries of the world, regional associations, and international organizations in the application of blockchain technology for the exchange of data from the register of taxpayers between the levels of state and municipal authorities, the administration of income tax, the digitization of receipts, duties and customs fees was characterized. The features of the introduction of the Industry 4.0 toolkit with the aim of modernizing the national taxation system and improving the work of tax services were characterized. The implemented measures to increase the level of transparency due to the creation of an electronic taxpayer's office, a single register of tax invoices, and mass introduction of fiscal recorders with third-generation programs were noted.*

**Key words:** taxation, Industry 4.0, corporate tax, blockchain, tax administration.

### Постановка проблеми

З розвитком технологій та впровадженням інструментарію Індустрії 4.0 світова економіка стикається з новими проблемами та завданнями, що вимагають детального аналізу й вдосконалення окремих процесів. Одним із найбільш гострих питань для вітчизняної економіки було і залишається оподаткування бізнесу. З одного боку, діюча система оподаткування не повинна створювати перешкоди для його розвитку, з іншого, податкових надходжень повинно бути достатньо для фінансування виконання державою своїх функцій. Саме успішний розвиток бізнесу дає змогу країнам виходити на новий рівень, збільшувати ВВП та інвестиційну привабливість на світовому ринку.

У податковій сфері будь-яка країна ставить завдання розширення податкової бази, зростання обсягу податкових надходжень, підвищення ефективності податкового адміністрування та боротьби з ухиленням від сплати податків, виконанню яких перешкоджають висока вартість ведення обліку з метою визначення об'єктів оподаткування, формування та представлення податкової звітності платниками податків, значні витрати на податкове адміністрування та податковий контроль. Одним із шляхів вирішення зазначених проблем є застосування у податковому адмініструванні цифрових технологій Індустрії 4.0.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Дослідженню особливостей оподаткування в умовах Індустрії 4.0 присвячено праці Гнатишина Л. Б., Прокопишина О. С., Малецької О. І. [1], Глущенко Я. І., Корогодової О. О., Моїсеєнко Т. Є., Черненко Н. О. [2], Чижикової О. В. [3], Янг Ф., Гу С. [4], Альфредо Колосса [5] та ін. Щорічно огляди перспектив та інновацій у податкових системах країн публікують аудиторські компанії великої четвірки Deloitte, PricewaterhouseCoopers.

Відаючи належне внеску науковців у сучасну теорію оподаткування, інтенсивна цифровізація економік країн світу, подальша реалізація міжнародного проекту BEPS потребують доопрацювання питань особливостей оподаткування в умовах Індустрії 4.0.

### Формулювання мети дослідження

Метою роботи є дослідження світового досвіду впровадження інструментарію Індустрії 4.0 в оподаткуванні та формулювання рекомендацій для удосконалення податкової системи України в умовах діджиталізації.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Починаючи з 2011 року, коли була вперше оголошена концепція Індустрії 4.0, завдання четвертої промислової революції швидко стали глобальним пріоритетом, як для підприємств, так і для урядів, демонструючи низку переваг: допомога у здійсненні реіндустріалізації розвинутим країнам; країнам, що розвиваються – вихід на новий економічний та соціальний рівень, при меншому рівні витрат ресурсів.

Цифрові технології проникають у все більшу кількість сфер функціонування компаній, держав, регіональних об'єднань, міжнародного суспільства. Діджиталізацію економіки пов'язують із використанням Інтернету, Big Data, blockchain-технологій, адитивних технологій (3D друку), роботизації. Важко уявити сферу діяльності, в якій би не застосовувались перелічені технології. Останні роки цифрові технології активно впроваджуються в податкових системах країн світу. При цьому, держави і міжнародне суспільство отримують можливість підвищити ефективність контролю за платниками податків, останні, у свою чергу, більш оперативно реагувати на зміни у системі оподаткування.

Вивчення, аналіз та узагальнення досвіду використання інструментів цифрової економіки у системі оподаткування європейських країн дає змогу Україні інтегрувати інноваційні напрями в рамках своєї податкової системи. Розглянемо основні реновації у податкових системах країн світу в умовах цифровізації.

В ЄС компанії можуть скористатися механізмом пришвидшеної амортизації, якщо інвестують в інноваційний капітал, іншими словами – автоматизують своє виробництво. Країни Європи також вводять податкові пільги для компаній, що проводять дослідження та розробки, залучають інноваційну техніку [6]. У використанні такої політики існують і свої недоліки, оскільки заохочення інноваційної діяльності шляхом автоматизації стимулює компаніє замінити робітників роботами, навіть у випадку, коли працівники можуть бути більш ефективнішими.

В жовтні 2021 року понад 100 країн ОЕСР схвалили рішення про оподатковувати компанії там, де вони отримують свій дохід, та застосовування ставки 25% до надприбутків (понад 10 відсотків загального доходу). На думку генерального секретаря ОЕСР Матіаса Корманна, така угода гарантує чесне розподілення податку у рамках нової глобалізованої та цифровізованої світової економіки. Хоча нова система наразі розрахована лише на великі корпорації, до 2028 року планується знизити поріг і для середніх підприємств. В рамках зазначеної Угоди, була узгоджена мінімальна ставка корпоративного податку у розмірі 15%. Зазначений рівень ставки застосовується до прибутків транснаціональних компаній з доходом понад 750 мільйонів євро, або 866 мільйонів доларів. Якщо компанія сплачує податок за ставкою менше 15%, то країни, на території яких здійснюється діяльність, мають право вводити місцевий корпоративний податок із приведення його до мінімальної ставки. На думку ЄС, така мінімальна податкова ставка зможе збільшити обсяг податкових надходжень у розмірі до 48 мільярдів євро у всьому Союзі [7].

Розглянемо, який рівень ставок корпоративного податку на теперішній час спостерігається в юрисдикціях, в яких за даними Міжнародної асоціації Tax Justice Network, створені «податкові гавані» (табл. 1). Наведені дані дозволя-

ють виділити умовно чотири групи країн: з високим рівнем ставок (ОАЕ, США, Франція, Бельгія, Італія, Іспанія, Люксембург), з середнім рівнем (Фінляндія, Велика Британія, Канада, Норвегія, Швеція, Швейцарія, Панама, Сінгапур), з низьким рівнем (Ірландія, Катар, Кіпр) і з нульовим значенням ставки (Багами, Бермуди, Кайманові Острови). По окремих країнам слід відзначити тенденцію зниження рівня ставок корпоративного податку за останні роки. До таких країн слід віднести Італію, Францію, Люксембург, Норвегію, Іспанію, Велику Британію, США.

Таблиця 1

## Ставки корпоративного податку в країнах, де створені «податкові гавані» за 2012–2019 рр.

Країни	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Катар	10	10	10	10	10	10	10	10
Сінгапур	17	17	17	17	17	17	17	17
ОАЕ	55	55	55	55	55	55	55	55
Багами	0	0	0	0	0	0	0	0
Бермуди	0	0	0	0	0	0	0	0
Кайманові острови	0	0	0	0	0	0	0	0
Бельгія	33,99	33,99	33,99	33,99	33,99	33,99	29	29
Кіпр	10	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Фінляндія	24,5	24,5	20	20	20	20	20	20
Франція	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33	31
Німеччина	29,48	29,55	29,58	29,72	29,7	29,79	30	30
Ірландія	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Італія	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4	24	24	24
Люксембург	28,8	29,22	29,22	29,22	29,22	27,08	26,01	24,94
Нідерланди	25	25	25	25	25	25	25	25
Норвегія	28	28	27	27	25	24	23	22
Іспанія	30	30	30	28	25	25	25	25
Швеція	26,3	22	22	22	22	22	22	21,4
Швейцарія	18,06	18,01	17,92	17,92	17,92	17,77	18	18
Велика Британія	24	23	21	20	20	19	19	19
Канада	26	26	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5
Панама	25	25	25	25	25	25	25	25
США	40	40	40	40	40	40	27	27

Джерело: сформовано за даними [8]

Зниження ставок корпоративного податку було обумовлено необхідністю поновлення економік країн світу, що зазнали значних втрат від пандемії COVID-19. Але, як бачимо існують юрисдикції, в яких свідомо створені умови сприяння ухиленню від оподаткування. Так, наприклад, протягом досліджуваного періоду 2012–2019 рр. ставка корпоративного податку на Багамах, Бермудах, Кайманових островах завжди дорівнювала нулю. Враховуючи зацікавленість кожної держави в максимальному наповненні бюджету за рахунок сплати податків, податкові служби збільшують кількість перевірок діяльності суб'єктів господарювання, як співпрацюють з компаніями, які зареєстровані в «податкових гаванях»; у разі підтвердження фактів ухилення від оподаткування це негативно позначається на репутації компаній; у разі нарахування штрафних санкцій це призводить до зменшення обсягу прибутку за звітний період. Відносно останнього факту, слід зазначити, що нарахування і сплата штрафних санкцій призводить до виникнення та реалізації ризику зростання податкового навантаження.

Приєднання України до BEPS у 2017 році, прийняття і введення в дію Закону № 466 дозволило нашій країні більш ефективно боротися з «міжнародними схемами ухилення від оподаткування», у том числі коли одержання податкових пільг є основною метою укладання угод [9].

У світі, заснованому на цифровізації, податкова система повинна адаптуватися і використовувати сучасний інструментарій, у тому числі для боротьби з ухиленням від оподаткування. Однією з найважливіших інновацій 21-го століття, зокрема у період розвитку Індустрії 4.0, стала технологія блокчейну [10; 11; 12]. Поява блокчейну стала певним каталізатором, необхідним для фундаментальної трансформації податкової системи. Однією з проблем в адмініструванні податків є недоступність повного спектру інформації. В умовах сьогодення компанії мають можливість збирати та аналізувати великі обсяги даних, при цьому, податкова служба незадіяна в повній мірі в зазначеному процесі. Як наслідок, рішення податковою службою приймаються, або із запізненням, або не гарантують очікуваного результату. Це стосується і перевірок співпраці суб'єктів господарювання з компаніями зареєстрованими у «податкових гаванях», схем трансфертного ціноутворення.



За допомогою технології блокчейну можна досягти прозорості та простоти у фіксуванні прибутку компаній. Цим вже оперують чимало країн, хоча досвіду в інтегруванні такої технології саме в податку на прибуток ще не так багато.

Так, результати проведені зарубіжними дослідниками показують, що федеральна податкова адміністрація Бразилії запровадила систему, засновану на блокчейні, яка називається – «bCPF», для обміну даними з Реєстру платників податків між податковими та регуляторними установами трьох рівнів влади (федерального, штату та муніципального). Наступним кроком є впровадження Реєстру юридичних осіб на основі блокчейну, «bCNPJ», з аналогічними цілями [5].

В Фінляндії технологія блокчейну використовується для контролю податків, пов'язаних з операціями з нерухомістю, у Швеції блокчейн тестується для цифровізації квитанцій, податку на прибуток нерезидентів і митних зборів, у Китаї для електронного виставлення рахунків з метою створення більш справедливого податкового середовища.

Аргентина запровадила Єдиний Податковий Реєстр – Федеральний реєстр (RUT), механізм спрощення оподаткування, який дозволяє платникам податку на прибуток виконувати через той самий канал формальні вимоги щодо податкової реєстрації та декларування всіх змін даних, припинення юрисдикції, часткове та повне припинення діяльності, тощо.

Є досвід застосування технології блокчейну в регіональному об'єднанні з метою боротьби з ухиленням від оподаткування на митниці. Так, митниці країн, що входять до Меркосур, з 2020 року об'єднані за допомогою VConnest, блокчейн-мережі, розробленої Serpro для Федеральної податкової служби Бразилії. Створена платформа дозволяє гарантувати автентичність та безпеку митних даних, які передаються між країнами Меркосур.

У подальшому технології блокчейну планують використовувати для обміну даними, що стосуються питань оподаткування, як в усередині окремих країн, так і на міжнародному рівні, виявлення і боротьби зі схемами ухилення по податку на додану вартість.

Технологія блокчейну дозволяє скоротити адміністративні витрати, вилучити із системи оподаткування застарілу бюрократію, збільшити прозорість та спростити процес оподаткування та реєстрації прибутку компаній. Також позитивними рисами впровадження технології блокчейн в системі оподаткування є подача інформації у реальному часі, що дозволяє податковим та іншим регуляторним органам збільшити довіру до даних, які їм надаються, та підвищити ефективність контролю.

В податковій системі України започатковано впровадження інструментарію цифрової економіки. В нашій країні створено електронний кабінет платника податків, запроваджено більш прозорі та захищені механізми стягування ПДВ, спрощено користування касовими фіскальними реєстраторами і запроваджено програмні РРО третього покоління, створено механізм сплати податків та зборів на один рахунок, запроваджено механізм реалізації FATCA, запроваджено режим спільного транзиту та низку інших позитивних інновацій [13]. В той же час і у платників, і податкової служби залишаються проблеми, які можна розв'язати застосовуючи інструментарій Індустрії 4.0. Застосування зарубіжного досвіду використання технології блокчейну дозволять нашій країні подолати проблеми ухилення від оподаткування, як миту, так і податку на додану вартість, податку на прибуток.

Стрімкий розвиток інтернету, on-line сервісів, мобільних комунікацій змінює моделі діяльності і компаній, і держави. Можливість генерування, використання і опрацювання великих обсягів даних (Big Data) дозволяє приймати більш обґрунтовані, виважені рішення у коротший термін на мікро-, мезо – і макрорівнях. Побудова мікросимуляційних моделей діяльності з урахуванням податкових наслідків дозволяє визначати, оцінювати, як компаніям, так і державі податкові ризики у режимі реального часу і розробляти своєчасні заходи управління ними.

### Висновки

Проведений аналіз світової практики у використанні інструментів четвертої промислової революції в оподаткуванні дозволив виділити основні вектори цифровізації зазначеної сфери в Україні: спонукання до розробок та досліджень, інвестування в інноваційний капітал підприємствами та автоматизації за допомогою податкових пільг та механізму пришвидшеної амортизації; обкладання податком на прибуток у місцях, незалежно від юридичного розташування; використання технології блокчейну як засіб ефективного податкового адміністрування. Перспективи подальших досліджень полягають у виявленні та оцінюванні основних факторів ризиків, пов'язаних з ухиленням від сплати податків в умовах цифровізації економіки.

### Список використаної літератури

1. Гнатишин Л.Б. Модернізація системи оподаткування підприємств з урахуванням Європейського досвіду / Л.Б. Гнатишин, О.С. Прокопишин, О.І. Малецька // Ефективна економіка. – № 7. – 2020. <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.7.70>
2. Глушенко Я. І. Концептуальні засади податкового планування підприємств у контексті Четвертої промислової революції / Я.І. Глушенко, О. О. Корогодова, Т. Є. Моїсеєнко, Н.О. Черненко // Бізнес Інформ. – 2021. – № 4. – С. 210–216. [doi.org/10.32983/2222-4459-2021-4-210-216](https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-4-210-216)
3. Чижикова О.В. Глобальні тренди впровадження технологій у сфері оподаткування в контексті цифрової трансформації економіки / Чижикова О.В. // Наукові праці НДФІ. – 2019. – № 3 (88).– С. 126–134. <https://doi.org/10.33763/npndfi2019.03.126>

4. Fengwei Yang. Industry 4.0, a revolution that requires technology and national strategies / Yang Fengwei, Sai Gu. //Complex & Intelligent Systems. – 2021. – № 7. – Pp. 1311–1325. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40747-020-00267-9>
5. Colossa A. How Global Tax Administrations are Using Blockchain Technology/ A. Colossa // News. Bloombergtax. March 17, 2022. URL: <https://news.bloombergtax.com/daily-tax-report-international/how-global-tax-administrations-are-using-blockchain-technology>
6. Digital transformation of European industry – a policy perspective // EIT Digital. URL : <https://www.eitdigital.eu/newsroom/news/archive/article/eit-digital-releases-report-digital-transformation-of-european-industry-a-policy-perspective/>
7. Mahapatra Richard. Global corporate taxation: The new bare minimum. URL: <https://www.downtoearth.org.in/news/economy/global-corporate-taxation-the-new-bare-minimum-80383>
8. Tax Justice Network. URL: <https://taxjustice.net/country-profiles/>
9. Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо вдосконалення адміністрування податків, усунення технічних та логічних неузгодженостей у податковому законодавстві. Закон України № 466-IX від 16.01.2020р. Офіційний сайт Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/466-20#Text>
10. Blockchain in tax administrations // Inter-American Center of Tax Administrations. URL: <https://www.ciat.org/blockchain-in-tax-administrations/?lang=en>
11. Press corner // European Commission – European Commission. URL: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_18\\_2041](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_18_2041)
12. How blockchain technology could improve the tax system // PricewaterhouseCoopers. URL: <https://www.pwc.co.uk/issues/futuretax/assets/documents/how-blockchain-could-improve-the-tax-system.pdf>
13. Recent changes in corporate income tax rates in Europe, 2018-2021 // Tax Foundation. URL: <https://taxfoundation.org/corporate-tax-trends-europe-2021/>
14. Дорожня карта реформ 2021 – податкова та бюджетна реформи // ГОЛОБНА. URL: <https://economics.org.ua/index.php/blog/358-karta-reform-2021>

#### References

1. Hnatyshyn L.B., Prokopyshyn O. S., Maletska O. I. Modernizatsiia systemy opodatkuvannia pidpriemstv z urakhuvanniam Yevropeiskoho dosvidu [Modernization of the enterprise taxation system taking into account the european experience] *Efektivna ekonomika*. №7. 2020. Available at: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.7.70>
2. Hlushchenko Ya. I., Korohodova O.O., Moiseienko T. Ye., Chernenko N.O. Kontseptualni zasady podatkovoho planuvannia pidpriemstv u konteksti Chetvertoi promyslovoi revoliutsii [The Conceptual Principles of Tax Planning of Enterprises in the Context of Fourth Industrial Revolution] *Biznes Inform*. 2021. № 4. Pp. 210–216. Available at: [https://www.business-inform.net/article/?year=2021&abstract=2021\\_4\\_0\\_210\\_216&lang=en](https://www.business-inform.net/article/?year=2021&abstract=2021_4_0_210_216&lang=en)
3. Chyzhykova O.V. Hlobalni trendy vprovadzhennia tekhnolohii u sferi opodatkuvannia v konteksti tsyfrovoy transformatsii ekonomiky [Global trends of tax technologies implementation in the context of digital transformation of the economy] *Naukovi pratsi NDFI*. 2019. № 3 (88) Pp. 126–134. Available at: [http://npndfi.org.ua/?page\\_id=774&lang=en&aid=996](http://npndfi.org.ua/?page_id=774&lang=en&aid=996)
4. Fengwei Yang, Sai Gu. Industry 4.0, a revolution that requires technology and national strategies. *Complex & Intelligent Systems*. 2021. № 7. Pp. 1311–1325. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40747-020-00267-9>
5. Colossa A. How Global Tax Administrations are Using Blockchain Technology. *News. Bloombergtax*. March 17, 2022. Available at: <https://news.bloombergtax.com/daily-tax-report-international/how-global-tax-administrations-are-using-blockchain-technology>
6. Digital transformation of European industry – a policy perspective. EIT Digital. Available at: <https://www.eitdigital.eu/newsroom/news/archive/article/eit-digital-releases-report-digital-transformation-of-european-industry-a-policy-perspective/>
7. Mahapatra Richard. Global corporate taxation: The new bare minimum. Available at: <https://www.downtoearth.org.in/news/economy/global-corporate-taxation-the-new-bare-minimum-80383>
8. Tax Justice Network. Available at: <https://taxjustice.net/country-profiles/>
9. Pro vnesennia zmin do Podatkovoho kodeksu Ukrainy shchodo vdoskonalennia administruvannia podatkov, usunennia tekhnichnykh ta lohichnykh neuzgodzhenosti u podatkovomu zakonodavstvi. Zakon Ukrainy № 466-IX vid 16.01.2020r. Ofitsiinyi sait Verkhovnoi Rady Ukrainy. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/466-20#Text>
10. Blockchain in tax administrations. Inter-American Center of Tax Administrations. Available at: <https://www.ciat.org/blockchain-in-tax-administrations/?lang=en>
11. Press corner. European Commission – European Commission. Available at: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_18\\_2041](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_18_2041)
12. How blockchain technology could improve the tax system. PricewaterhouseCoopers. Available at: <https://www.pwc.co.uk/issues/futuretax/assets/documents/how-blockchain-could-improve-the-tax-system.pdf>
13. Recent changes in corporate income tax rates in Europe, 2018-2021. Tax Foundation. Available at: <https://taxfoundation.org/corporate-tax-trends-europe-2021/>
14. Дорожня карта реформ 2021 – податкова та бюджетна реформи. ГОЛОБНА. Available at: <https://economics.org.ua/index.php/blog/358-karta-reform-2021>

В. М. ДЕМЧЕНКО

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-1841-7798

Н. М. КОВАЛЬСЬКА

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-5758-8373

Л. М. БОГАДЬОРОВА

Херсонський державний аграрно-економічний університет  
ORCID: 0000-0002-9072-3434

## ГУМАНІЗАЦІЯ ПУБЛІЧНОЇ КОМУНІКАЦІЇ: НЕВЕРБАЛЬНИЙ АСПЕКТ

*У статті проаналізовано невербальні засоби публічної комунікації через призму гуманізації інформаційного простору. При цьому досліджено визначення в науковому дискурсі загальних понять у площині невербальної комунікації, традиційні й нетрадиційні невербальні засоби комунікації та особливості практичного використання невербальних засобів у сфері публічного спілкування.*

*Визначено, що гуманістичний аспект сучасного суспільства полягає в тому, що жодний владний вплив не має обмежувати чи орієнтувати громадянина в неосяжному полі інформації. З'ясовано, що невербальні засоби у спілкуванні виконують такі функції: внесення додаткової інформації, що проте не лише супроводжує головну, заміщує пропущений словесний компонент, указує на описуваний об'єкт, але й часом суперечить її змісту. Доведено, що невербальні засоби характеризують як самого мовця-оратора, його ділові, інтелектуальні, етнічні, соціальні, статеві, вікові ознаки, так і ознаки кожного окремого слухача, що загалом допомагають сприймати подану інформацію. Зазначено, що гуманістичний аспект сучасного суспільства полягає в тому, що жодний владний вплив (як власне імперативний, так і прихований) не має обмежувати чи орієнтувати особу-громадянина в неосяжному інформаційному просторі, своєрідному загальному космічному інтелекті.*

*Зроблено висновок, що невербальна система комунікативних знаків визначається як первинна та природна в людському суспільстві, а вербальна – як вторинна, штучна. Цю пріоритетність потрібно пов'язати з гуманістичним виміром, який указує на людські емоції та рефлексії, а також на невід'ємність у людини права на отримання ділової та побутової інформації. Зауважено про деякі стереотипи, які існують у науковому дискурсі з комунікації, але на сьогодні вже не є актуальними.*

**Ключові слова:** комунікація, гуманізація, публічне управління, невербальні засоби комунікації, державна комунікаційна політика.

V. M. DEMCHENKO

Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0003-1841-7798

N. M. KOVALSKA

Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0003-1841-7798

L. M. BOHADOROVA

Kherson State Agrarian and Economic University  
ORCID: 0000-0002-9072-3434

## HUMANIZATION OF PUBLIC COMMUNICATION: NON-VERBAL ASPECT

*The article analyzes non-verbal means of public communication through the prism of humanization of information space. The definition of general concepts in the field of non-verbal communication, traditional and non-traditional non-verbal means of communication and features of practical use of non-verbal means in the field of public communication are studied in the scientific discourse.*

*It is determined that the humanistic aspect of modern society is that no power influence should limit or orient the citizen in the vast field of information. It was found that non-verbal means of communication perform the following functions: the introduction of additional information, which not only accompanies the main, replaces the missing verbal component, points to the described object, but sometimes contradicts its content. It is proved that non-verbal means characterize both the speaker-speaker, his business, intellectual, ethnic, social, sexual, age characteristics, and the characteristics of each individual listener, which generally help to perceive the information provided. It is noted that the humanistic aspect of modern society is that no authoritarian influence (both imperative and hidden) should limit or orient the citizen in the vast information space, a kind of general cosmic intelligence.*

*It is concluded that the nonverbal system of communicative signs is defined as primary and natural in human society, and verbal - as secondary, artificial. This priority must be linked to the humanistic dimension, which indicates human emotions and reflections, as well as the inalienability of the human right to receive business and domestic information. Some stereotypes that exist in the scientific discourse on communication, but are no longer relevant today, have been noted.*

**Key words:** *bilingualism, communication, humanization, public administration, non-verbal means of communication, state communication policy.*

### Постановка проблеми

Наша цивілізація, як постіндустріальна, відзначається від минулих розвитком комунікаційних технологій, що всього лише за двадцять останніх років досяг такого рівня, який навіть не прогнозувався письменниками-фантастами ще всередині ХХ століття. У свою чергу мережа Інтернет стала не лише найбільшою інформаційною базою кількісно (порівняно з пресою, радіо й телебаченням), але і якісно, адже отримувани через неї дані є найсвіжішими та найактуальнішими. Тобто поняття часу і простору у сфері передання інформації перестали існувати та не складають певних перешкод (так званого шуму) на шляху до її отримання. Звісно, це полегшує людині реалізацію її виробничих завдань і власного аналітичного потенціалу.

Також визначною рисою сучасної цивілізації є її гуманістична сутність, коли, незважаючи на стратегії глобалізму, пан-європеїзму тощо, пріоритетом соціальної держави є людина, її права та інтереси, а небезпека криється лише в авторитарних режимах й імперських зазіханнях. Ця гуманізація тісно пов'язана з означеною вище інформатизацією суспільства, адже людина за допомогою мережі Інтернет задовольняє власні потреби в інформації не лише задля покращення життєвого комфорту, але й задля простого розважання. У першому разі маємо на увазі використання інформації людиною під час роботи чи навчання, у другому – під час відпочинку.

Публічна комунікація є важливим джерелом отримання ділової інформації, зокрема й у ситуації сприймання обов'язкової лекції чи виступу, де крім словесних засобів подання потрібних відомостей використовуються також і невербальні, засновані на індивідуальних психологічних рисах кожного комуніканта, його нервових імпульсах, темпераменті. Урахування таких особливостей людини – як слухача, так і мовця – відтворює гуманістичну основу передового суспільства, за якою людина є пріоритетною перед державою й має повне право на отримання будь-якої інформації. З іншого боку, ця інформація може бути як правдивою, так і неправдивою, як відкритою, так і прихованою, як реальною, так і деформованою, і лише сама людина мусить зробити вибір, якими відомостями й засобами комунікації вона буде користуватися. Серед таких засобів помітну роль відіграють невербальні.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вивчення питань ефективної реалізації комунікаційної політики в державному спектрі стає сьогодні актуальним, адже вони зачіпають загальнолюдські цінності, серед яких – свобода вибору комунікаційних засобів у спілкуванні. Ця проблема вивчається як із боку власне лінгвістики, так і з боку практичної психології. Але й лінгвіст розглядає ці проблеми із застосуванням психологічного підходу. Так, Ф. Бацевич у книзі «Основи комунікативної лінгвістики» аналізує засоби комунікації в діловій сфері, зважаючи на особливості професійного контактування фахівців будь-якої галузі [1]. Г. Задільська, розрізняючи вербальну й невербальну комунікацію як одну зі складових комунікативної компетенції студентів-філологів, виділяє саме другий різновид як найбільш наблизений до психологічного виміру педагогіки вищої школи [2]. Т. Осіпова, аналізуючи комплексну методику опису й лексикографування певної комунікативної одиниці, акцентує також саме на невербальних засобах комунікації, адже вони виявляють психологію учасників спілкування, зокрема емоційну та інтелектуальну складові [3]. Л. Солощук досліджує взаємодію вербальних і невербальних компонентів комунікації, залучаючи як практичний матеріал англійськомовний дискурс [4], що доводить наявність загальнонаукових проблем у цій сфері, адже кожна світова мова містить чималу кількість невербальних засобів. Л. Корнева продовжує цю проблематику, розглядаючи міжкультурні невербальні засоби комунікації [5]. В аспекті комунікаційної компетенції, зокрема публічного оратора ефективність і прийнятність невербальних засобів досліджують учені Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка під керівництвом В. Герман і Н. Соларьової [6], що доводить провідний напрямок вивчення питань комунікації – публічне спілкування, що охоплює не лише, скажімо, медіазасоби, але й сферу публічного управління, де фахівець зобов'язаний володіти публічними техніками комунікації.

### Формулювання мети дослідження

Зважаючи на вищенаведене, метою нашої розвідки визначаємо аналізування невербальних засобів публічної комунікації через призму гуманізації інформаційного простору. Окремими завданнями при цьому постають визначення в науковому дискурсі загальних понять у площині невербальної комунікації, аналіз традиційних і нетрадиційних невербальних засобів комунікації та розгляд особливостей практичного використання невербальних засобів у сфері публічного спілкування.

### Викладення основного матеріалу дослідження

#### 1. Загальні поняття, пов'язані з невербальною комунікацією

За думкою сучасних теоретиків Ф. Бацевича та Г. Почепцова, саме явище і процес комунікації мають фізіологічну природу, зокрема у площині каналів, які використовуються у спілкуванні, тобто задіяні для сприйняття й надання

інформації. Ці канали відповідають традиційним органам чуття. Так, аудіальний / звуковий є провідним і не потребує додаткових засобів, окрім тих, що завжди з людиною (звуковий і слуховий апарати), поширює інформацію в часі та просторі, але та може бути деформована, через що не зрозуміла; візуальний канал функціонує за допомогою не лише вербальних, але й невербальних знаків, через що інформація легко поширюється в просторі й часі та є точною; тактильний передбачає отримання повної інформації без залучення зору чи слуху (стосується практики спілкування сліпих і глухих осіб або й інших людей, якщо говориться про сприйняття будь-якої інформації через дотик); нюховий канал більше інформації надає тварині, але й людина отримує певні дані на локальному рівні (наприклад, про іншу, яка користується парфумами чи інакше виявляє запахову характеристику; смаковий виявляє переважно риси, пов'язані з кулінарією різних народів, але більш розгорнуті й поглиблені в разі наявності великого семантичного поля (наприклад, в опозиції ознак «солодкий» – «гіркий» або в ознаці «солоний»)) [1, с. 55].

Відповідно до мети нашого дослідження на рівні каналів передавання / сприйняття інформації, поряд із шумом (як відомо, критерієм деформації повідомлення), потрібно акцентувати й на важливості поняття «ентропія інформації», що позначає спрощення певної частини даних, які передаються слухачу / глядачу [1, с. 56] та стосуються будь-яких деталей повідомлення – від незначних до головних. Саме на полегшення сприйняття інформації спрямовані невербальні засоби її передавання. Наприклад, під час доповіді, що має у своїй основі письмово зафіксований текст – у формі повного виступу чи його тез, одночасно з омовленням цього тексту використовуються деякі немовні засоби – міміка, жести, які наближають таку доповідь до слухача / глядача в сенсі поглибленого сприйняття й емоційності.

Саме в цьому напрямку свою ефективність виявляють невербальні засоби подання інформації в будь-якій ситуації – побутовій чи публічній. Так, Г. Задільська визначає несловесну комунікацію як систему знаків, що використовується мовцем, – жестів, міміки, пауз тощо, які доповнюють і уточнюють традиційний мовний виклад інформації [3, с. 77]. Л. Корнева додає, що ці засоби дають можливість виявити справжні почуття мовця, адже зумовлені підсвідомими імпульсами, а тому невербальна мова викликає більшу довіру ніж вербальна [4]. За словами Т. Осіпової, невербальна комунікація є феноменом, що «впливає на формування певних моделей поведінки людини у спілкуванні та регулюється різноманітними чинниками комунікації загалом» [5]. У поєднанні з вербальною вона утворює так зване подвійне кодування, тобто до загального повідомлення додається невербальний когнітивний елемент, який може навіть заперечити перше. Л. Солощук говорить про тісний зв'язок вербальних і невербальних складових комунікаційного простору, що виявляється в їхніх лінійних і нелінійних відношеннях [6, с. 13]. Тобто в науковому дискурсі невербальні елементи спілкування визнаються в певному сенсі як більш ефективні за вербальні.

У збірнику, присвяченому застосуванню невербальних засобів комунікації, підготовленому авторським колективом Сумського державного педагогічного університету 2014 року, зазначено, що несловесна комунікація – це «система знаків, що використовуються у процесі спілкування і відрізняються від мовних засобами та формою виявлення» (при цьому до 40 % невербальної інформації передається через різноманітні вирази обличчя і стільки ж – через інтонацію та модуляцію голосу) [6, с. 7]. За висловом Ф. Бацевича, невербальні засоби комунікації, що є елементами «комунікативного коду, які мають немовну природу і разом із засобами мовного коду служать для створення, передавання і сприйняття повідомлень» [1, с. 59], за функцією передавання інформації та за кількісним аспектом переважають вербальні, адже у природі саме так комунікують усі тварини (крім людини) й навіть рослини.

Г. Задільська відзначає саме неусвідомленість і мимовільність невербальних знаків, що виявляються поза контролем мовця [2, с. 78]. Ф. Бацевич серед особливостей невербальних засобів спілкування називає їх субкультурність, неструктурованість, темпоративність, спонтанність, вродженість. Ці особливості характеризують комунікатора, який їх виявляє, – його вроджений темперамент і локальну емоційну реакцію, комунікативну вправність і соціальний статус; характер зв'язків (близькі, віддалені, родинні, соціальні тощо) зі співрозмовником; виявлення характеру ситуації спілкування (її розвиток – спокійний чи агресивний, бажаність або небажаність). При цьому невербальні засоби можуть як доповнювати вербальні, так і заміщувати їх або й заперечувати [1, с. 59, 61]. Останню ситуацію можемо пояснити як приховану емоцію, що вказує на невідповідність сказаного реаліям. Тобто офіційно висловлена репліка супроводжується певним кінестетичним знаком, спрямованим окремому адресату, який має зрозуміти її фіктивність, на відміну від усіх інших.

За словами Л. Солощук, така схема комунікації відповідає її діалогічній (полілогічній) природі, в умовах якої функціонування й невербального знака залежить від обох сторін комунікації [4, с. 16]. Саме тому між сторонами має бути досягнуте взаєморозуміння, а з іншого боку – отримання даних за допомогою невербальних засобів дає інформацію про партнера-комуніканта – «його внутрішній світ, настрій, почуття та переживання, наміри та очікування, ступінь рішучості або його відсутність» [6, с. 6]. Л. Солощук про таку зрозумілість зазначає, що універсальність від поєднання вербального й невербального кодів «забезпечує доступність та зрозумілість кожному» комунікантові, проте етноспецифічність звужує таку зрозумілість [4, с. 16]. На нашу думку, тут потрібно говорити про звуження не зрозумілості, а універсальності невербального коду, адже між членами одного етносу комунікативна зрозумілість відзначається найвищим рівнем ефективності. Л. Корнева значення етнічного

компонента аргументує тим, що в різних країнах (суспільствах) невербальна комунікація навіть розрізняється за ступенем контактності: у південних народів він вищий ніж у північних, зокрема щодо участі у спілкуванні погляду [5].

Як проміжний висновок можна зазначити, що невербальні засоби передавання інформації поряд зі спрощенням і полегшенням сприйняття певної її частини стосуються як незначних деталей повідомлення, так і головних. Міміка, жести, поза тощо наближають таке висловлювання до слухача в сенсі їх емоційної природи. Спілкування має діалогічний характер, а тому невербальні його засоби мають бути зрозумілими комунікантам. У разі виступу оратора, з одного боку, вони показують внутрішній світ, почуття, очікування слухачів, а з іншого – майстерність мовця, який через універсальність невербального коду забезпечує доступність і зрозумілість кожному наданої ним інформації.

## 2. Аналіз невербальних засобів комунікації

Традиційно розглядаються 16 невербальних комунікативних засобів – «рухи тіла, жести (рухи рук, ніг), просторове поле між співрозмовниками, вираз очей та направленість погляду, вираз обличчя, акустичні засоби (пов'язані з мовою і не пов'язані з нею), тактильні засоби (потиск руки, поцілунки), посмішка, косметика, реакції шкіри (почервоніння, збліднення), запахи (парфуми, алкоголь), одяг та його колір, манери (наприклад, тримати сигарету) та ін.» [6, с. 8]. Так, різноманітні сигнали й символи, які виконуються частинами обличчя, зокрема очима та бровами, мають комплексне визначення «погляд», адже це відповідає ситуації спілкування, де наявний діалог між надавачем інформації та її приймачем. Окрім погляду, для передавання інформації (окремих її особливостей) слугують різноманітні жести, що виконуються руками (наприклад, погладжування частин обличчя, доторкання до рук співрозмовника тощо). Звуковий апарат також може прислужитися невербальній комунікації, надаючи вимовленим словам додаткової інтонації та модуляції.

Ф. Бацевич характеризує кінестетичні інформативні сигнали як підсвідомі (так рефлексується емоційна реакція людини на інформацію) й свідомі (так виявляються набуті, етнічно закладені сигнали). Це міміка, жести, постава тощо, які виявляють ознаки радості, здивування, гніву та ін. [1, с. 61–62]. Утім, спостерігаючи за зміною форми очей, рота, брів, лоба, можна виявити такі ознаки, лише маючи певний життєвий досвід спілкування з людьми та постійно аналізуючи цей досвід для підвищення ефективності комунікації. Це пов'язано й з етнічному закодованістю. Так, скажімо, коли підняті брови як ознака подиву чи опущені брови як ознака невдоволення, усі європейці розуміють це. Натомість азійці чи африканці можуть мати іншу рефлексію.

Жести (людські рухи) традиційно класифікуються на природні (переважно спонтанні) та штучні (фахові знаки моряків, будівельників, музикантів, глухонімих, біржовиків та ін.). Певні жести відповідають опозиції негативних – позитивних рефлексій (млявість у руках, що звисають уздовж тіла – готовність до захисту у схрещених на грудях; відкритість у звернених вгору долонях – закритість у захованих у кишенях руках; байдужість у млявому рукоятисканні – прагнення до товариськості в міцному рукоятисканні).

Аналізуючи міжкультурну комунікацію, Л. Корнева наводить приклад традиційного жесту, що має позитивну семантику в культурному ареалі Східної Європи, – піднятого вверх великого пальця. Цей сигнал має тут значення «все чудово» (для сучасної англійськокомовної культури аналогічним є жест «о'кей» із залученням великого й вказівного пальців, у давнину він означав «кохання», у Франції означає «нуль», у Японії – «гроші», а у деяких східних країнах – гомосексуаліста), проте в Угорщині він означає «один», а в Греції – «увага», що різко перериває мовця-співбесідника, тобто має більшою мірою негативну семантику [5, с. 89–90]. Це явище можна аргументувати думкою Л. Солощук, яка зауважує, що «вживання того самого невербального компонента може спричинити різні комунікативні результати» чи «виражати протилежні змісти» відповідно до досвіду й умінь комунікантів у його декодуванні [4, с. 17].

Також невербальною рисою, що характеризує співрозмовника, є, наприклад, ознаки його естетичного вибору. Таким є вибір улюбленої музики, де можуть виявлятися доволі полярні смаки (скажімо, важкі стилі рок-музики й класика чи традиційний джаз і клубна танцювальна музика тощо), літератури, кіно, марки автомобіля, одягу чи й татуювання, що свого часу характеризувало людину, яка відбула в'язничний строк або перебувала в інших умовах життєвого обмеження (пірат, моряк, солдат), а у XXI столітті виявляє рівень естетичного смаку.

Отже, внутрішні відчуття людини виявляються через зовнішні тілесні рухи, серед яких найбільш традиційними є схиляння голови на груди, руки, торкання руками скронь, що рефлексують негативні емоції – нудьгування, довге очікування; погладжування голови (потилиці) чи інші несвідомі рухи (потирання кінчика носа, колупання в зубах тощо) позначають заглибленість в інформацію, яка надається співрозмовником. Ф. Бацевич додає сюди такі жести, як схрещення рук, тримання їх їздау, пальці хатинкою, ступінь потиску руки під час привітання, розслаблення комірця, опускання очей додолу [1, с. 64–65], які, як нам здається, вже втратили свою психологічну комунікативну однозначність. При цьому зауважимо, що в цей ряд невербальних ознак слід додати й потягування носом, мимовільне підкашлювання, які також видають певні негативні емоції людини-комуніканта, а також те, що у виразі обличчя, за думкою Л. Солощук, чітко не виокремлюються посмішка, погляд тощо, а наявний цілий комплекс мімічних змін [4, с. 23].

В інших термінах Г. Задільська до складових невербальної комунікації також відносить окулістику, міміку, кінесику, проксемику, паралінгвістику, хронеміку (темпоральний аспект) та ін. [2, с. 78]. Утім, Л. Корнева вважає, що паралінгвістичні знаки не потрібно відносити до власне невербальних саме через їхню звукову природу [5].

Але в цьому параграфі нашого дослідження маємо на меті не аналізувати термінологію, а визначити співвідношення вербальних і невербальних знаків у процесі надання інформації. Так, жести заміщають у мовленні одиниці мови (вітання, привертання уваги, заклик, запрошення, ствердження, запитання, подяка та ін.); описують певний образ (супроводжують мовлення і втрачають свій сенс поза ним (позначення форми предмета, просторове розташування та ін.); оцінюють предмети, людей (радість, захоплення, схвалення, невдоволення, невпевненість, здивування); підкреслюють і конкретизують інформацію (вказівка мовця на предмет, особу, символічне позначення об'єкта розповіді, традиційне позначення емоцій). При цьому існує варіативність певних жестів (наприклад, кивок голови чи помах руки можуть позначати різні емоції – від позитивних до негативних) [6, с. 10–12].

Як проміжний висновок можна зазначити, що в різних термінологічних варіантах засоби невербального спілкування виконують головну свою функцію – емоційного наповнення комунікації, але можуть і заміщувати мовні одиниці як традиційні знаки й символи, і навіть заперечувати їх. Поряд із уже відомими засобами (жести, поза, екстралінгвістичні тощо) можна також вирізняти ознаки естетичного вибору мовця (індивідуальні), а також, за словами Г. Задільської, атмосферу ділового співробітництва (у контексті однієї етнічної культури) та врахування особливостей міжкультурних стосунків (у контексті різних етнічних культур) [2, с. 78].

### 3. Практичне використання невербальних засобів у сфері публічного спілкування

Перед цим ми говорили про характеризування комунікаторів за особливостями їхньої невербальної «мови», а зараз відповідно до мети нашого дослідження потрібно розглянути особливості практичного використання засобів невербальної поведінки мовця – доповідача, керівника, лектора тощо, який подає інформацію. Саме він через такі засоби намагається досягти потрібної йому мети взаємодії з колегами чи діловими партнерами. Тобто в разі публічного виступу невербальні засоби комунікації посилюють мовлення передавача потрібної інформації в напрямку ефективного її сприйняття.

Наприклад, вираз обличчя промовця передає не лише його емоції, але й ті почуття, які він бажав би приховати. Тобто нещирість може виявитися одночасно з поданою позитивною інформацією, і тому в такому разі остання втрачає свою істинність, а сам оратор – свій авторитет – як надавач тієї інформації. Отже, «мова тіла» «дозволяє не лише краще зрозуміти співрозмовника, але й справити на аудиторію потрібне ораторові враження» [6, с. 14].

Зрозуміло, що лєвова частка такої інформації закодована у вербальній формі, але невербальні кодові знаки, як уже зазначалося, відіграють також значущу роль. Зауважимо, що вони є первинно природними, адже відтворюють первісний стан спілкування людей, а отже – найбільш гуманістичні за своєю сутністю. Так, кінестетичні елементи засновані на рухах мовця, його міміці, жестах, позі, тобто на сукупності знаків, вироблених тілом людини, що мають соціокультурну генезу, адже мають розумітися однозначно; паралінгвістичні – на інтонації мовлення, його гучності й тембрі, тобто при безпосередньому переданні інформації через вербальне висловлювання, аналогічно екстралінгвістичні знаки засновані на паузах у мовленні, його темпі, додаткових звуках – видиху повітря, сміху, сьорбанні носом тощо; візуальні – на взаємодії поглядів комунікантів, що близько за сутністю до загалом тактильних (дотик до співрозмовника, який у свою чергу має професійну, ритуальну чи дружню природу) та сенсорних, які характеризують ставлення до комуніканта / слухача, що реалізується на основі запаху, смаку, сприйняття звуку, кольору; проксемічних – на основі просторових відносин (як традиційної психологічної ознаки міжособистісних відносин між комунікантами, що поділяються на інтимну, особисту, соціальну та публічну зони).

У ситуації виступу перед аудиторією не знайомих до цього моменту людей комунікатор – надавач інформації – має потенційно бути готовий до аналізу майбутніх слухачів (співрозмовників). Л. Солощук зазначає, що це так звана периферійна зона дискурсивного оточення мовця, представники якої «намагаються подати себе в певному світлі через зовнішність, одяг, аксесуари тощо». Вони й самі оцінюють один одного за цими параметрами, що можна назвати підготовчою стадією, яка «передє комунікативному процесу, оскільки людина в багатьох випадках заздалегідь готується до спілкування, продумуючи вербальні й невербальні складові своїх реплік» [4, с. 26]. Наступною фазою визначається змістовна, де поєднуються вербальна й невербальна поведінка комунікантів, а завершальна фаза показує перспективу подальшого їх спілкування.

У колективній праці Сумського державного педагогічного університету за редакцією В. Герман та Н. Соларьової приділено увагу саме діяльності мовця-оратора, тобто публічної особи, яка надає інформацію широкому колу інших людей [6, с. 15]. Наприклад, цей мовець поряд із несвідомою мімікою, що характеризує його як імпульсивну людину, використовує ще й свідому, що свідчить про його ораторську майстерність, адже передає внутрішню сутність поданої інформації та сприяє загальному впливові на слухачів. Так, у цьому процесі беруть участь м'язи довкола очей (віддзеркалюють розумові почуття оратора), довкола рота (вольові почуття). У свою чергу погляд відбиває різноманітні відтінки інформації – щирий, відкритий, діловий, правдивий, байдужий, закритий, індіферентний, неправдивий тощо, а головним засобом установалення контакту з незнайомою аудиторією є посмішка, наявність (органічність) або відсутність (неширість) якої характеризує не лише окремого мовця, але й цілі етноси та народи, для яких це є звичайним атрибутом спілкування зі знайомими й незнайомими людьми.

Такий оратор, зокрема публічний службовець, мусить мати навички комунікативної діяльності, що, за словами Л. Корневої, складають систему голосових, мімічних, візуальних і інших складових, якими особа має вміти

керувати задля того, щоб прогнозувати, сприймати, оцінювати зворотню діяльність співрозмовника [5]. Утім, за словами Л. Солощук, невербальна комунікація має потрійний характер, який виявляє її універсальність, етноспецифічність й індивідуальність [4, с. 16], які слід урахувувати при плануванні публічного виступу – наприклад, виборчого кандидата. У такому разі останній мусить урахувувати певні універсальні риси слухачів, регіональні чи етнічні, а також індивідуальні, тобто властиві окремій особі.

Паралінгвістичні та екстралінгвістичні засоби, як уже зазначалося, мають звукову природу, через що не відносяться деякими вченими до невербальних узагалі, але потребують диференціації, за якою поділяються на фонаційні (тембр і сила голосу, темп мовлення, звукове заповнення пауз, логопедичні риси вимови деяких звуків), графічні (почерк, зокрема й певні графічні доповнення до написаних букв, символи в особистому підписі чи як елементи шифру) та власне екстралінгвістичні (покашлювання, позіхання, сміх, плач) [6, с. 20], що виконують функцію зацікавлення й утримування уваги слухачів. Так, тембр голосу, як відомо, значно впливає на сприймання інформації. Тобто м'який низький голос ефективніший у цьому сенсі за високий і писклявий. Також майстерний оратор може фразу, промовлену таким сприятливим голосом, закінчити фразою у твердому, жорсткому тембрі. Інтоніяція (сила вимови) у такому разі також відіграє розрізняльну функцію: від паузи, тихого зачину – до нарощування темпу мовлення й сили голосу та фінального спалаху. За допомогою такої тактики мета мовця – засвоєння поданої ним інформації аудиторією – буде досягнута найбільш ефективно.

Таким чином, паралінгвістичні засоби виконують функцію внесення додаткової інформації (як такої, що супроводжує головну, так і такої, що суперечить її змісту); заміщення пропущеного словесного компонента; міксування з вербальним змістом (наприклад, вказівка рукою на описуваний предмет); характеризування самого мовця-оратора, зокрема його ділових, інтелектуальних, етнічних, соціальних, статевих, вікових ознак [6, с. 18], що загалом допомагає сприймати подану ним інформацію.

Що стосується проксемики (від англ. «близькість»), за законами якої до невербальних засобів комунікації належить простір («особистий») довкола окремого комуніканта, то визначені й відомі всім «територіальні зони спілкування» (інтимна, особиста, соціальна, громадська), на нашу думку, не відіграють на наш час визначальної ролі в публічній комунікації, залишаючи актуальною лише соціальну (від 1 метра до 3-х). Річ у тім, що інтимна чи особиста зони (від 15 см до 1 м) порушують права окремої людини на недоторканність, а громадська (понад 3 м) не сприяє концентрації комунікантів на аудіальному рівні.

Традиційно визначаються й пози, які потрібно приймати під час публічного спілкування, – коліна тримати разом, сидіти спокійно, руки на колінах, тулуб тримати прямо, і навпаки – яких не має бути: підпирати щоку рукою, класти голову на руки, розгойдуватися, схрещувати руки на грудях, закладати руки за голову тощо [6, с. 28]. Проте, на нашу думку, це вже стереотипи, засновані на колишніх психологічних дослідженнях. Натомість у сучасному світі такі пози вже не враховуються в діловому етикеті, адже свідчать про свободу людини (не враховуючи кінематографічних поз на кшталт закладання ніг на стіл, колупання в зубах, плювання на підлогу тощо, які психологічно негативно впливають на довколишніх, адже виявляють неповагу до них).

Н. Соларьова розрізняє такі функції жестів, що використовуються як невербальні засоби комунікації: дублювання інтонації, акцентування на певній частині фрази, підкреслення логічного наголосу, сповільнення чи прискорення темпу мовлення (ритмічні жести); передання відтінків почуттів – подиву, радості, захоплення, роздратування тощо (емоційні жести); виділення певного предмета серед однорідних (вказівні жести); відтворення форми предметів, інших людей (зображувальні жести); інформування про певні дії чи властивості (символічні жести). Також дослідниця наводить і пояснює окремі з них – наприклад, зчеплені пальці рук – ознака розчарування; потирання вуха – ознака нетерпіння в очікуванні висловитися; відведення очей – ознака приховування певної інформації; відтягування комірка – ознака хвилювання; руки за головою – ознака показної впевненості в собі [6, с. 33–34], а також та інші ознаки стану комуніканта.

У результаті досліджень українських учених було виявлено низку правил і порад щодо ефективного використання невербальних засобів комунікації [6, с. 35–38]. Проаналізуємо їх через призму гуманізації публічного спілкування, де однією стороною є публічний службовець:

1) у площині зацікавленого ставлення комуніканта-співрозмовника слід зазначити, що, на відміну від мовця, який користується певними жестами й мімікою, слухач ними не апелює, адже є уважним і намагається почути та зрозуміти сказане. Проте ця особа може робити певні несвідомі жести (нахилення тіла до джерела інформації, напіввідкритий рот, розширені очі тощо), які позначають її рефлексії на почуте. Тому за відсутності таких жестів рекомендується змінити тему оповіді, підвищити її емоційність;

2) у площині довірливого ставлення слухача до надавача інформації слід відзначити спрямування всіх жестів і міміки першого в бік другого. Наприклад, таким чином зменшується відстань між ними чи наявні такі жести, як доторки до руки чи плеча мовця, щира посмішка, кивання головою на знак згоди з повідомлюваним, тобто знаки того, що слухач зацікавлений в отримуваній інформації. І навпаки – якщо співрозмовник стоїть на значній відстані й не виявляє такої зацікавленості, то потрібно знов-таки змінити тему розмови чи активізувати її зміст;



3) у площині недовірливого ставлення слухачів до надаваної інформації потрібно зважати на такі жести чи пози, як схрещені руки / ноги, відсутній погляд, звернений убік (наприклад, у вікно), зітхання, відкрите позіхання, заперечне покачування головою, скептична посмішка й навіть роздування ніздрів. У такому разі слід змінити тактику спілкування, акцентуючи на більш правдивій інформації, що не викликає сумніву й заперечення. Яка б не була правда, вона в такій ситуації набагато вигідніша за відомості, що викликають невіру. До того ж це відповідає гуманістичному аспекту людських відносин, де правда є пріоритетним чинником;

4) у площині байдужого ставлення слухачів потрібно зважати, що особа, яка ретельно записує почуте не піднімаючи голови, може це робити без інтересу, просто механічно виконуючи роботу для заповнення часу. І навіть якщо така особа бере участь в обговоренні, задає якісь запитання, можна виявити її загальну незацікавленість (повільний темп мовлення, розслаблена інтонація тощо). Більш категоричними ознаками байдужого ставлення є приймання розслабленої пози, нетерплячість в очікуванні завершення лекції (виступу), що виявляється в постійних поглядах на годинник, двері, спрямуванні тіла до виходу, збиранні особистих речей і навіть підготовці одягу до виходу на вулицю. У такому разі не потрібно робити різке зауваження, а краще якимось по-новому трактувати тему чи змінити її.

Таким чином, за умови уважного ставлення до аудиторії та кожного слухача зокрема лектор – надавач інформації – має всі можливості активізувати їх увагу, помічаючи ознаки байдужого чи недовірливого ставлення до наданих ним відомостей.

### Висновки

Отже, якщо невербальну систему знаків спілкування визначаємо як первинну та природну в людському суспільстві, а вербальну – як вторинну, штучну, то стає зрозумілою деяка пріоритетність першої, що відзначається вченими – фахівцями в галузі комунікації. Цю пріоритетність ми й пов'язуємо з гуманістичним виміром, адже він указує на людські емоції та рефлексії, а на другому полюсі – штучна система знаків, вироблена на певному етапі розвитку людства, коли була заснована й держава – дихотомічна напарниця людини. Сьогодні в умовах передової демократичної держави ця пріоритетність зумовлена правом на отримання особою-громадянином будь-якої інформації – як ділової, так і побутової.

Використання невербальних засобів надання інформації зумовлено потребою додаткового збагачення мовленнєвого матеріалу візуальними й емоційними нюансами (міміка, жести, пози), а також ентропічною потребою спрощення й полегшення сприйняття слухачем певної частини повідомлення – як незначного, так і головного – із метою наближення такої доповіді (тобто впливу мовця-лектора) до слухача / глядача.

Невербальні знаки характеризуються переважно неусвідомленістю й мимовільністю їх уживання мовцем, виявляючи його вроджений темперамент і ситуативну емоційну реакцію, проте комунікативна вправність і соціальний статус виявляються в цілеспрямованому їх використанні публічною особою. При цьому ще однією невербальною характеристичною рисою визначаються ознаки естетичного вибору мовця (художній смак, культурні пріоритети тощо).

Уживання того самого невербального компонента може спричинити різні комунікативні результати, зокрема протилежні за змістом, відповідно до відмінностей у соціальному стані, етнічній, статевій, віковій тощо належності (наприклад, за ступенем контактності розрізняються південні й північні народи). При цьому виникає ознака зрозумілості наданої інформації слухачами, що виявляється найбільше в колі представників одного етносу.

В умовах, коли невербальні засоби виконують провідну свою функцію – емоційного та смислового поглиблення комунікації, заміщення чи заперечення головного меседжу повідомлення, головним засобом установавання контакту з незнайомою аудиторією залишається посмішка, наявність (органічність) або відсутність (нещирість) якої характеризує не лише окремого мовця, але й цілі етноси та народи, для яких це є звичайним атрибутом спілкування зі знайомими й незнайомими людьми. Тобто невербальна комунікація виявляє потрібний характер – універсальність, етнічну специфічність й індивідуальність, які враховуються в публічному виступі – зокрема регіональні, етнічні та індивідуальні риси слухачів.

Сучасний науковий дискурс щодо невербальних засобів комунікації виявляє кілька стереотипів, що виявляють минулі тенденції в дослідженнях, зокрема психологічних, які у другій половині ХХ століття визначали численні типологічні диференціації. Наприклад, «територіальні зони спілкування» (проксемічний вимір), на нашу думку, не виявляють нині актуальності, адже надто близька чи далека відстань сприймається як ознака низької культури; розслаблена поза також категорично не маркує байдужого ставлення до теми розмови, а свідчить про свободолюбство такої особи чи, можливо, її самовпевненість у своїй позиції.

Під час публічного виступу визначаються площини зацікавленого, довірливого та недовірливого, а також байдужого ставлення слухачів до надаваної інформації, що виявляються з окремих невербальних ознак, які вправний оратор може побачити й використати, змінивши тему доповіді чи освіживши приклади задля досягнення поставленої ним мети. Отже, мовець-оратор через універсальність невербального коду забезпечує доступність і зрозумілість кожному наданої ним інформації.

## Список використаної літератури

1. Бацевич Ф. С. Основи комунікативної лінгвістики. К.: Видавничий центр «Академія», 2004. 342 с.
2. Задільська Г.М. Невербальна комунікація як одна із складових комунікативної компетенції студентів-філологів ЗВО. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2020. Вип. 188. С. 77-80. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2020-1-188-77-80>
3. Осіпова Т. Невербальні засоби комунікації: комплексна методика опису й лексикографування. *STUDIA UKRAINICA POSNANIENSIA*. 2018. Vol. VI. P. 107-113. DOI: 10.14746/sup.2018.6.13. URL: [https://bazhum.muzhp.pl/media/files/Studia\\_Ukrainica\\_Posnaniensia/Studia\\_Ukrainica\\_Posnaniensia-r2018-t6/Studia\\_Ukrainica\\_Posnaniensia-r2018-t6-s107-113/Studia\\_Ukrainica\\_Posnaniensia-r2018-t6-s107-113.pdf](https://bazhum.muzhp.pl/media/files/Studia_Ukrainica_Posnaniensia/Studia_Ukrainica_Posnaniensia-r2018-t6/Studia_Ukrainica_Posnaniensia-r2018-t6-s107-113/Studia_Ukrainica_Posnaniensia-r2018-t6-s107-113.pdf)
4. Солощук Л.В. Взаємодія вербальних і невербальних компонентів комунікації у сучасному англomовному дискурсі : автореф. дис... д-ра філол. наук. Київ, 2009. 40 с.
5. Корнева Л. М. Невербальні засоби в міжкультурній комунікації. *Культура народів Причорномор'я*. 2004. № 49, Т. 1. С. 88-90. URL : <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/74032>
6. Невербальні засоби комунікації як запорука успіху оратора / за ред. В. Герман та Н. Соларьової. Суми : Вид-во СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2014. 48 с.

## References

1. Batsevych F. S. Osnovy komunikatyvnoyi linhvistyky [Fundamentals of communicative linguistics]. K.: Vydavnychuy tsentr «Akademiya», 2004. 342 s.
2. Zadil's'ka H.M. Neverbal'na komunikatsiya yak odna iz skladovykh komunikatyvnoyi kompetentsiyi studentiv-filolohiv ZVO [Non-verbal communication as one of the components of communicative competence of students-philologists of ZVO]. *Naukovi zapysky. Seriya: Pedagogichni nauky* [Proceedings. Series: Pedagogical sciences]. 2020. Vyp. 188. S. 77-80. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2020-1-188-77-80>
3. Osipova T. Neverbal'ni zasoby komunikatsiyi: kompleksna metodyka opysu y leksykohrafuvannya [Nonverbal means of communication: a comprehensive method of description and lexicography]. *STUDIA UKRAINICA POSNANIENSIA* [STUDIA UKRAINICA POSNANIENSIA]. 2018. Vol. VI. S. 107-113. DOI: 10.14746/sup.2018.6.13. URL: [https://bazhum.muzhp.pl/media/files/Studia\\_Ukrainica\\_Posnaniensia/Studia\\_Ukrainica\\_Posnaniensia-r2018-t6/Studia\\_Ukrainica\\_Posnaniensia-r2018-t6-s107-113/Studia\\_Ukrainica\\_Posnaniensia-r2018-t6-s107-113.pdf](https://bazhum.muzhp.pl/media/files/Studia_Ukrainica_Posnaniensia/Studia_Ukrainica_Posnaniensia-r2018-t6/Studia_Ukrainica_Posnaniensia-r2018-t6-s107-113/Studia_Ukrainica_Posnaniensia-r2018-t6-s107-113.pdf)
4. Soloshchuk L.V. Vzayemodiya verbal'nykh i neverbal'nykh komponentiv komunikatsiyi u suchasnomu anhlomovnomu dyskursi [Interaction of verbal and nonverbal components of communication in modern English discourse]: avtoref. dys... d-ra filol. nauk. Kyiv, 2009. 40 s.
5. Kornyeva L. M. Neverbal'ni zasoby v mizhkul'turniy komunikatsiyi [Nonverbal means in intercultural communication]. *Kul'tura narodov Prychernomor'ya* [Culture of the peoples of the Black Sea region]. 2004. № 49, T. 1. S. 88-90. URL : <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/74032>
6. Neverbal'ni zasoby komunikatsiyi yak zaporuka uspikhu oratora [Non-verbal means of communication as a guarantee of success of the speaker] / za red. V. Herman ta N. Solar'ovoyi. Sumy : Vyd-vo SumDPU imeni A.S. Makarenka, 2014. 48 s.

Д. Є. КОРДИШ

Дніпропетровський державний університет внутрішніх справ

ORCID: 0000-0003-1432-3735

## ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРАВОВОГО Й ОРГАНІЗАЦІЙНОГО МЕХАНІЗМІВ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПОСЛУГ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ МІСТА В УКРАЇНІ

У статті представлено результати проведеного дослідження у сфері функціонування правового й організаційного механізмів публічного управління якістю послуг водопостачання та водовідведення міста в Україні. Зокрема, визначено, що функціонування правового механізму публічного управління якістю послуг водопостачання та водовідведення міста в Україні передбачає прийняття та виконання низки спеціальних нормативно-правових актів. Установлено, що організаційний механізм публічного управління якістю послуг водопостачання й водовідведення міста в Україні передбачає створення та функціонування органів публічної влади (державних і самоврядних). Виявлено, що за кордоном сформувалися дві класичні моделі публічного управління у сфері водопостачання та водовідведення міста. Перша модель визначає, що існує центральний орган влади як регулятор у цій сфері, а відповідно до другої моделі здійснено приватизацію у сфері водовідведення та водопостачання. Акцентовано, що в Україні з моменту проголошення її незалежності впроваджена була спочатку друга модель, яка діяла до 2011 року. Проте, починаючи з цього періоду, діє гібридна модель – публічного управління у сфері водопостачання та водовідведення. З'ясовано, що в межах цієї моделі створено та функціонує НКРЕКП, а також регулятивні функції у сфері водовідведення та водопостачання виконують органи місцевого самоврядування. З'ясовано, що в Україні діє ринок послуг з водопостачання та водовідведення, який представлено як систему економічних відносин між виробником послуги та її споживачем, що виникає в процесі купівлі-продажу. Проте порівняння з основними напрямками регулювання в іноземних регуляторів сфери водовідведення та водопостачання, дало змогу стверджувати, що серед цих напрямків є ринок послуг, якість послуг, якість води, захист довкілля, ціна, захист інтересів і безпека споживачів. На цій підставі обґрунтовано завдання для України, що полягає в коригуванні моделі публічного управління у сфері водопостачання та водовідведення, в напрямку забезпечення її високоякісності.

**Ключові слова:** правовий механізм, організаційний механізм, публічне управління, якість послуг, водопостачання та водовідведення міста, проблеми функціонування.

D. Ye. KORDYSH

Dnipropetrovsk State University of Internal Affairs

ORCID: 0000-0003-1432-3735

## PROBLEMS OF THE FUNCTIONING OF LEGAL AND ORGANIZATIONAL MECHANISMS OF PUBLIC MANAGEMENT OF THE QUALITY OF CITY WATER SUPPLY AND WASTEWATER SERVICES IN UKRAINE

The article presents the results of the conducted research in the field of functioning of legal and organizational mechanisms of public management of the quality of water supply and drainage services of the city in Ukraine. In particular, it is determined that the functioning of the legal mechanism of public management of the quality of city water supply and drainage services in Ukraine requires the adoption and implementation of a number of special normative legal acts. It was established that the organizational mechanism of public management of the quality of city water supply and drainage services in Ukraine provides for the creation and functioning of public authorities (state and self-governing). It was found that two classical models of public management in the field of water supply and drainage of the city were formed abroad. The first model determines that there is a central authority as a regulator in this area, and according to the second model, privatization is carried out in the field of water drainage and water supply. It is emphasized that in Ukraine, since the declaration of its independence, the second model was first implemented, which was in effect until 2011. However, starting from this period, a hybrid model of public management in the field of water supply and drainage has been operating. It was found out that within this model, the NCRECP was created and functions, as well as regulatory functions in the field of drainage and water supply are performed by local self-government bodies. It has been found that there is a market for water supply and drainage services in Ukraine, which is represented as a system of economic relations between the producer of the service and its consumer, which arises in the process of buying and selling. However, a comparison with the main directions of regulation by foreign regulators in the field of water drainage and water supply made it possible to assert that among these directions are the market of services, quality of services, water quality, environmental protection, price, protection of interests and consumer safety. On this basis, the task for Ukraine is substantiated, which consists in adjusting the model of public management in the field of water supply and drainage, in the direction of ensuring its high quality.

**Key words:** legal mechanism, organizational mechanism, public administration, quality of services, water supply and drainage of the city, functioning problems.

### Постановка проблеми

13 серпня 2019 року набула чинності постанова Кабміну Міністрів України від 5 липня 2019 року № 690 [5], якою по-новому врегульовано відносини між підприємствами централізованого водопостачання та водовідведення та споживачами, які отримують відповідні послуги. Крім того, документом затверджено типові договори з індивідуальним та колективним споживачем. Послуги надаватимуться виключно на договірних засадах. У той же час, зважаючи на інтеграційні прагнення України, якість водопостачання та водовідведення на її території має відповідати європейським стандартам якості. Тому слід дослідити стан функціонування правового й організаційного механізмів публічного управління якістю послуг водопостачання та водовідведення міста в Україні з метою встановлення відповідності цих механізмів міжнародним стандартам. Усе це засвідчує актуальність обраної проблематики дослідження.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Організаційно-правові, економічні, фінансові, інформаційні та інші аспекти формування та реалізації державної політики якістю послуг водопостачання та водовідведення аналізували в наукових роботах Л. Антонова, О. Борисенко, І. Драган, І. Запаріна, І. Крилова та ін. [1; 2; 3]. Не применшуючи значних здобутків науковців, зазначимо, що вимагає комплексного аналізу стан функціонування правового й організаційного механізмів публічного управління якістю послуг водопостачання та водовідведення міста в Україні. Це, у свою чергу, покликано максимально наблизити надавача – клієнта послуг і підвищити рівень їхнього задоволення інтересів, що можливо за рахунок упровадження механізмів публічного управління.

### Постановка завдання

Метою наукового дослідження є аналіз стан функціонування правового й організаційного механізмів публічного управління якістю послуг водопостачання та водовідведення міста в Україні.

### Виклад основного матеріалу

Відповідно до постанови Кабміну Міністрів України «Правила надання послуг з централізованого водопостачання та централізованого водовідведення» від 5 липня 2019 року № 690 [5] слід визначитися з формою управління будинком й обрати модель організації договірних відносин із виконавцями комунальних послуг. Це потрібно було здійснити до 1 травня 2019 р. Аналіз цієї постанови дає підстави стверджувати, що має здійснюватися облік послуг водопостачання та водовідведення.

Комерційний облік послуги здійснюється вузлами обліку, які забезпечують загальний облік у приміщенні, його частині (під'їзді), обладнаній окремим інженерним введенням (будинкові лічильники). Як відомо, розподіл обсягів наданих послуг між споживачами (за квартирними лічильниками) здійснюється відповідно до Методики розподілу між споживачами обсягів спожитих у будівлі комунальних послуг. До встановлення вузла комерційного обліку обсяги споживання наданих послуг визначаються за показаннями квартирних лічильників, а у разі їх відсутності – за нормами споживання. Обсяг послуг із централізованого водовідведення визначається на рівні обсягів спожитих послуг із централізованого водопостачання та постачання гарячої води.

Власник (співвласники) будівлі або їх представники мають право доступу до місць встановлення вузлів комерційного обліку для перевірки їх збереження та зняття показань. У разі недопуску представника виконавця до відповідного вузла обліку для зняття показань або ненадання показників у визначений договором строк протягом трьох місяців застосовується середньодобове споживання таким споживачем відповідної послуги за попередні 12 місяців (або за фактичний час споживання послуги не менше 15 діб). Після закінчення тримісячного строку виконавець зобов'язаний здійснювати розрахунки з такими споживачами, як із споживачами, приміщення яких не оснащені вузлами розподільного обліку.

У разі виходу з ладу або втрати вузла комерційного (будинкового) обліку до поновлення його роботи або заміни обліку здійснюється відповідно до Методики розподілу між споживачами обсягів спожитих у будівлі комунальних послуг з урахуванням середнього споживання питної води протягом попередніх 12 місяців (якщо попередні місяці налічується) менше 12, за фактичний час споживання послуги, але не менше ніж 15 діб). Якщо виконавцем встановлено факт втручання в роботу вузла комерційного обліку, він вважається таким, що вийшов з ладу та підлягає заміні та прийняттю на абонентський облік протягом п'яти робочих днів з дня виявлення такого факту.

У разі виходу з ладу або втрати вузла розподільного (квартирного) обліку до поновлення його роботи або заміни протягом тримісячного строку ведення розподільного обліку здійснюється розрахунково з урахуванням середнього споживання протягом попередніх 12 місяців (якщо попередніх місяців нараховується менш як 12, за фактичний час споживання) послуги, але не менше ніж 15 діб). Якщо виконавцем встановлено факт втручання в роботу вузла розподільного обліку, він вважається таким, що вийшов із ладу. Показники будинкових лічильників знімають виконавці послуг чи визначені власником (співвласниками) особи у присутності споживача чи його представника. Зняття показань із квартирних вузлів здійснюється щомісяця споживачем, якщо інше не встановлено договором. При цьому виконавець періодично не рідше ніж раз на рік проводить контрольне зняття показань квартирних вузлів обліку в присутності споживача або його представника (або за допомогою систем дистанційного зняття показань). Показання вузлів обліку, які не взяті на абонентський облік, не враховуються під час здійснення розподілу обсягів послуг.

Щодо обслуговування лічильників, то обслуговування та заміна будинкових вузлів обліку питної води здійснюються оператором зовнішніх інженерних систем. Обслуговування, заміна та ведення абонентського обліку квартирних вузлів обліку води здійснюються відповідно до частин другої – четвертої статті 6 Закону про комерційний облік теплової енергії та водопостачання (за рахунок власників таких вузлів).

Аналіз постанови Кабміну Міністрів України «Правила надання послуг з централізованого водопостачання та централізованого водовідведення» від 5 липня 2019 року № 690 [5] споживач оплачує послуги щомісяця, якщо інший порядок та строки не визначені договором. Також споживач не звільняється від оплати послуг, одержаних до укладання договору. Оплата послуг здійснюється пізніше останнього дня місяця, що настає за розрахунковим періодом, якщо інше не визначено договором. За бажанням споживач може оплачувати послугу авансом.

Рахунки на оплату послуг формуються виконавцем або певним власником особою, яка здійснює розподіл обсягів послуг, на основі показань будинкових вузлів обліку з урахуванням показань квартирних вузлів та надається споживачеві або його представнику не пізніше ніж за 10 календарних днів до граничного строку внесення плати за послуги. У разі несвоєчасного здійснення платежів за послуги споживач сплачує пеню у розмірі, встановленому у договорі, але не вище 0,01 відсотка суми боргу за кожний день прострочення. Загальний розмір оплаченої пені не може перевищувати 100% від загальної суми боргу. Пеня не нараховується за умови наявності заборгованості держави за надані населенню пільги та житлові субсидії та/або наявності у споживача заборгованості з оплати праці.

За ненадання послуг, надання їх не в повному обсязі або неналежної якості виконавець проводить перерахунок розміру плати відповідно до визначеного законодавства порядком та сплачує споживачеві неустойку (штраф, пеню) у порядку та розмірі, визначених законодавством чи договором. Плата за послугу розраховується виходячи з розміру тарифу на послугу та обсягу спожитої послуги, визначеного та розподіленого відповідно до Методики розподілу між споживачами обсягів спожитих у будівлі комунальних послуг.

Плата за абонентське обслуговування та обслуговування внутрішньо-будинкових систем багатоквартирного будинку нараховується щомісяця та визначається індивідуальним договором. Внески за встановлення, обслуговування та заміну вузлів комерційного обліку послуг з централізованого водопостачання включаються до плати виконавцю та в рахунок відображаються окремо відповідно до договору.

Таким чином, можемо погодитися з ученими І. Криловою, А. Помазою-Пономаренко та ін. [3; 4], що вітчизняна державна політика у сфері водовідведення та водопостачання певною мірою зорієнтована на західні принципи монополізації, формування конкурентного середовища, вдосконалення соціального захисту, розвиток управління у зазначеній сфері тощо. У той же час, вітчизняна модель публічного управління у сфері водовідведення та водопостачання є гібридною, адже відрізняється від тих класичних моделей, які функціонують за кордоном. Власне кажучи, модель публічного управління у сфері водовідведення та водопостачання в Україні представляє собою систему економічних відносин між виробником послуг з водопостачання та водовідведення, а також їхнім (послуг) споживачем. Ці відносини виникають у процесі купівлі-продажу, що дає змогу визначити їх як форму виву ринку послуг з водовідведення та водопостачання.

Щодо закордонного досвіду публічного управління та державного регулювання у сфері водовідведення й водопостачання, то сформувалися дві моделі такого управління (регулювання) [3]. Перша модель передбачає, що регуляторні функції покладаються на спеціально утворений регуляторний орган. Ця модель упроваджена у Великій Британії (де підприємства водопостачання та водовідведення приватизовані), а також у країнах Балтії та Південної Америки [там само]. Друга модель відзначається тим, що передбачає створення та функціонування центрального органу виконавчої влади або місцевих органів публічної влади (державних або самоврядних). Зазначена друга модель поширена у країнах-членах ЄС, Близького Сходу та ін. [там само].

В Україні після проголошення її незалежності державне регулювання у сфері водопостачання та водовідведення реалізувалося за зразком другої моделі. Свідченням цього є те, що державне регулювання в цій сфері здійснювалося такими уповноваженими органами: Антимонопольним комітетом України, Державним комітетом України з питань житлово-комунального господарства, Державною інспекцією з контролю за цінами, місцевими державними адміністраціями, органами місцевого самоврядування тощо. Однак функціонуюча система державного регулювання у сфері водопостачання та водовідведення не була ефективною, тому що дублювалися регуляторні та контрольні функції органів влади, державне регулювання здебільшого зводилося до контролю ціноутворення тощо. Це, у свою чергу, зумовило зниження якості послуг з водопостачання та водовідведення, підприємства у цій сфері показали свою збитковість, тарифна політика стала предметом політичних спекуляцій та ін. [там само].

Усе це вказувало на необхідність переходу до іншої моделі державного регулювання у сфері водопостачання та водовідведення – моделі публічного управління в означеній сфері. Остання модель відзначається переходом від державної зарегульованості цієї сфери до забезпечення публічності її функціонування. Варто відзначити, що, на відміну від попередньої моделі, нова модель публічного управління у сфері водопостачання та водовідведення в Україні (створена у 2011 р.) відзначається впровадженням таких принципів: цілісності, координації, ефек-

тивності, незалежності, відповідальності, прозорості та відкритості, прогнозованості тощо. У той же час, нова модель публічного управління у сфері водопостачання та водовідведення в Україні є гібридною. Прийнято низку правових документів в аналізованій сфері, а саме: Закон України «Про державне регулювання сфери комунальних послуг», «Про Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг» (далі – НКРЕКП) [5] тощо. При цьому після запровадженого реформування частина регуляторних функцій залишилася за також в органів місцевого самоврядування.

Відповідно до Закону України «Про державне регулювання сфери комунальних послуг» [там само] суб'єкти господарювання у сфері водопостачання виробляють послуги на ринку, що перебуває в стані природної монополії. Проте законодавець не визначає чітко цей ринок, називаючи сферою комунальних послуг. Його формують дві ключові особи – продавець послуги й її покупець. Між ними виникають і розвиваються відносини купівлі-продажу. НКРЕКП здійснює моніторинг, регулювання та контроль за діяльністю суб'єктів господарювання у сфері водопостачання та водовідведення. У той же час, вітчизняний ринок послуг у зазначеній сфері ще відрізняється від закордонного ринку, що потребує виправлення, зокрема, в частині надання високоякісних послуг

#### Висновки

Отже, проведені дослідження дає підстави зробити такі висновки:

1) функціонування правового й організаційного механізмів публічного управління якістю послуг водопостачання та водовідведення міста в Україні передбачає, з одного боку, прийняття та виконання низки правових актів. А з другого – створення та функціонування органів публічної влади (державних і самоврядних);

2) за кордоном сформувалися дві класичні моделі публічного управління у сфері водопостачання та водовідведення міста (існує центральний орган влади, як регулятор у цій сфері, або здійснена її приватизація). Виявлено, що в Україні з моменту проголошення власної незалежності впроваджена була спочатку друга модель, яка функціонувала до 2011 року. Проте, починаючи з цього періоду, діє гібридна модель – публічного управління у сфері водопостачання та водовідведення. З'ясовано, що в межах цієї моделі створено та функціонує НКРЕКП, а також регулятивні функції у сфері водовідведення та водопостачання виконують органи місцевого самоврядування;

3) в Україні визначено, що діє ринок послуг з водопостачання та водовідведення, який представлено як систему економічних відносин між виробником послуги та її споживачем, що виникає в процесі купівлі-продажу. Проте порівняння з основними напрямками регулювання в іноземних регуляторів сфери водовідведення та водопостачання, дало змогу стверджувати, що серед цих напрямків є ринок послуг, якість послуг, якість води, захист довкілля, ціна, захист інтересів і безпека споживачів. Відтак, Україні є до чого прагнути, коригуючи власну модель публічного управління у сфері водопостачання та водовідведення, забезпечуючи її високоякісність.

#### Список використаної літератури

1. Драган І.О. Державне управління процесами модернізації житлово-комунального господарства в Україні: автореф. дис. д-ра наук з держ. упр.: 25.00.02. Київ, 2011. 36 с.
2. Запатріна І. В. Удосконалення політики тарифоутворення у системі фінансового забезпечення розвитку комунальних систем централізованого водопостачання та водовідведення // Наукові праці НДФІ. 2009. Вип. 3. С. 73-80.
3. Крилова І.І. Формування системи державного регулювання сфери водопостачання та водовідведення. URL: [http://www.pubadm.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/6\\_2018/14.pdf](http://www.pubadm.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/6_2018/14.pdf).
4. Помаза-Пономаренко А.Л. Соціальний розвиток і безпека регіонів: державно-управлінські аспекти: монографія. Х.: Видавництво «Діса плюс», 2017. 270 с.
5. Офіційний веб-сайт Верховної Ради України. <https://ips.ligazakon.net/document/view/KP190690?an=16>.

#### References

1. Draghan, I.O. (2011). Derzhavne upravlinnja procesamy modernizaciji zhytlovo-komunalnogho ghospodarstva v Ukraini [Public administration of processes of modernization of housing and communal services in Ukraine]. Extended abstract of doctor's thesis. Kyiv. [in Ukrainian].
2. Zapatrina, I.V. (2009). Udoskonalennja polityky taryfotvorennya u systemi finansovogho zabezpechennja rozvytku komunalnykh system centralizovanogho vodopostachannja ta vodovidvedennja [Improvement of tariff policy in the system of financial provision of communal systems of centralized water supply and drainage]. Naukovi praci NDFI, 3, 73-80 [in Ukrainian].
3. Krylova, I.I. Formation of the system of state regulation of the sphere of water supply and drainage [Formuvannya systemy derzhavnoho rehulyvannya sfery vodopostachannya ta vodovidvedennya]. URL: [http://www.pubadm.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/6\\_2018/14.pdf](http://www.pubadm.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/6_2018/14.pdf). [in Ukrainian].
4. Pomaza-Ponomarenko, A. (2017). Social development and security: state administration aspects [Socialnyi rozvytok i bezpeka regioniv: dergavno-upravlinskyj aspekty]: monograf. Kharkiv: Vydavnytstvo «Disa plus». 270 s. [in Ukrainian].
5. Official website of the Verkhovna Rada of Ukraine [Ofitsiynyy veb-sayt Verkhovnoyi Rady Ukrayiny]. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/view/KP190690?an=16>. [in Ukrainian].

**І. П. ЛОПУШИНСЬКИЙ**Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-7460-7476**М. О. ДУРМАН**Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-3775-205X**Т. В. МАЛАХОВА**Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-3591-7236

## МЕХАНІЗМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ АДМІНІСТРУВАННЯ

У статті висвітлюються проблеми застосування механізмів забезпечення ефективності публічного управління та результативності адміністрування в сучасних умовах державотворення в Україні; показано, що ефективність публічного управління та результативність адміністрування наразі постають однією із найголовніших проблем, оскільки саме ці поняття можуть дати відповідь на запитання, чи правильно вибрано стратегію розвитку нашої держави, чи належні рішення ухвалюються на найвищому законодавчому рівні України та наскільки правильно вони імплементуються на нижчому, у регіонах та територіальних громадах. Зважаючи на те, що останнім часом наша країна переживає низку великих потрясінь (епідемія COVID-19, повномасштабна війна Російської Федерації проти України, що розпочалася 24 лютого 2022 року), значущість публічного управління та адміністрування як нової парадигми державного управління значно зросла, оскільки вона має не лише забезпечити розвиток держави, регіонів і територіальних громад, але й здійснити це найшвидшим та найбільш економічним шляхом. Досліджено, що одним із викликів, які стоять перед українською державою останнім часом, є розвиток та вдосконалення державного управління та адміністрування як каталізатора розвитку територіальних громад, регіонів та держави загалом не лише в інфраструктурному плані, а й у напрямку розвитку відносин і діалогу між суспільством, громадськими інституціями та бізнесом. Проаналізовано, що проблема ефективності стосується всіх сфер, видів, форм, методів організації життєзабезпечення людини, а найбільшою мірою це характерно для управління як діяльності, що здійснюється людьми, по відношенню до людей і виключно в інтересах людей. У зв'язку з цим у статті описано дослідження ефективності державного управління та ефективності адміністрування в Україні; дано визначення системи державного управління та адміністрування, запропоновано показники їх ефективності; виявлено причини неефективності державного управління; висвітлено проблеми застосування механізмів забезпечення ефективності державного управління та ефективності адміністрування в сучасних умовах державотворення в Україні.

**Ключові слова:** ефективність, результативність, механізми публічного управління та адміністрування, ефективність публічного управління, результативність адміністрування.

**I. P. LOPUSCHYNSKYI**Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-7460-7476**M. O. DURMAN**Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-3775-205X**T. V. MALAKHOVA**Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-3591-7236

## MECHANISMS FOR ENSURING THE EFFICIENCY OF PUBLIC ADMINISTRATION AND THE EFFICIENCY OF ADMINISTRATION

The article highlights the problems of applying mechanisms to ensure the effectiveness of public management and the effectiveness of administration in modern conditions of state formation in Ukraine; it is shown that the effectiveness of public management and the effectiveness of administration are currently one of the most important problems, since these concepts can provide an answer to the question of whether the development strategy of our state is correctly chosen, whether appropriate decisions are made at the highest legislative level of Ukraine and how correctly they are implemented at the lower, in regions and territorial communities. Considering the fact that our country has recently experienced a series of major shocks (the COVID-19 epidemic, the full-scale war of the Russian Federation against

Ukraine, which began on February 24, 2022), the importance of public management and administration as a new paradigm of public administration has increased significantly, as it has not only to ensure the development of the state, regions and territorial communities, but also to implement it in the fastest and most economical way. It has been studied that one of the challenges facing the Ukrainian state recently is the development and improvement of public management and administration as a catalyst for the development of territorial communities, regions and the state in general, not only in terms of infrastructure, but also in the direction of the development of relations and dialogue between society, public institutions and business. It was analyzed that the problem of efficiency concerns all spheres, types, forms and methods of organizing human life support, and to the greatest extent it is characteristic of management as an activity carried out by people, in relation to people and exclusively in the interests of people. In this regard, the article proposes and substantiates the expediency of implementing organizational, political and institutional measures, which in the complex will lead to an increase in the efficiency of public management and the effectiveness of administration in Ukraine.

**Key words:** efficiency, effectiveness, mechanisms of public management and administration, effectiveness of public management, effectiveness of administration.

### Постановка проблеми

Розбудова системи публічного управління, у якій би держава функціонувала для людини, для забезпечення її інтересів і потреб (людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю – стаття 3 Конституції України), а не навпаки, – є основною метою сучасної парадигми взаємодії «держава – громадянин». Такий підхід має забезпечити розвиток України як сучасної демократичної держави, гарантувати її цивілізаційний поступ. Євроінтеграційний вектор України, закріплений 2019 року Конституцією України, особливо після набуття Україною 23 червня 2022 року статусу країни-кандидата для вступу до Європейського Союзу, на перший план висуває потребу оновлення суспільних принципів щодо сприйняття людини (її життя і здоров'я, прав та свобод) як найбільшої цінності. Проте наразі це виявляється неможливим без кардинальної зміни системи реалізації влади, постановня її нової філософії, укладення нового суспільного договору між народом і владою.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Останнім часом до висвітлення проблем ефективності публічного управління та результативності адміністрування зверталися Буркова Л. А. (описує ефективність й результативність публічного управління та адміністрування) [2], Власенко Т. А. (аналізує ефективність та результативність публічного адміністрування) [3], Власенко Т. А., Лагода Т. О. (вивчають складові ефективності публічного адміністрування) [4], Вольська О. М. (розглядає ефективність публічного управління як результат суспільних процесів у державі) [5], Григорчук, Оксана (вивчає особливості оцінки ефективності та результативності публічного управління) [7], Гришко В. В. (розмірковує над квадратом ефективності публічного управління) [8], Гурін, Катерина (встановлює критерії результативності та ефективності публічного адміністрування) [9], Даниленко А. О. (визначає основні фактори впливу на адміністративну результативність та ефективність публічного адміністрування) [10], Дзвінчук Д. І., Лютий М. О. (аналізують стан оцінювання ефективності публічного управління територіальними громадами) [13], Дума О. І. (аналізує проблеми та виклики ефективності публічного адміністрування в Україні) [14], Красноруцький О. О., Власенко Т. А., Галич С. П. (досліджують напрями вдосконалення оцінки ефективності публічного адміністрування) [16], Малий. І. Й., Власенко М. М. (аналізують результативність управління публічним сектором в умовах нестабільності) [17], Миколенко О. М. (досліджує ефективність публічного управління в сфері охорони здоров'я) [18], Мороз О. (розглядає ефективність публічного управління в виконавчих органах місцевого самоврядування) [19], Обушна Н. (досліджує парадигму сучасного публічного управління в контексті результативності та ефективності управління) [21], Семенцова О. В., Паламарчук І. В., Старикова С. О. (описують методи оцінки ефективності державного адміністрування та місцевого самоврядування) [25], Тяньчук О. А. (розглядає основні підходи до оцінювання ефективності публічного управління) [26], Тихончук Л. Х., Чубок Т. О. (на прикладі Рівненської області досліджують ефективність публічного управління у сфері культури в умовах децентралізації) [27] та ін. Водночас, у цих та інших публікаціях, що вийшли впродовж 2015–2022 років, по суті не розкрито сучасні підходи, особливо в умовах запровадженого в Україні 24 лютого 2022 року воєнного стану, до забезпечення ефективності публічного управління та результативності адміністрування.

### Мета статті

Саме тому метою нашої статті й стало висвітлення механізмів забезпечення ефективності публічного управління та результативності адміністрування, що застосовуються в Україні в сучасних умовах державотворення. Передбачається запропонувати та обґрунтувати доцільність впровадження заходів організаційного, політичного та інституційного характеру, що в комплексі призведуть до підвищення рівня ефективності публічного управління та результативності адміністрування в Україні.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Як відомо, розмежування понять «результативність» та «ефективність» було затверджено в ДСТУ ISO 9000:2007, де результативність (анг. effectiveness – результативність) визначається як ступінь реалізації



запланованої діяльності та досягнення запланованих результатів, а ефективність (лат. *efficiency* – діяльний, творчий) – це співвідношення між досягнутим результатом і використаними ресурсами. Як видно, у цьому документі результативність близька за значенням до цільового підходу в розумінні ефективності, що ще раз підтверджує близькість цих понять, але не тотожність їх.

У контексті публічного управління можна надати таке визначення його ефективності як взаємодію ресурсів і результатів з урахуванням принципів демократизму та звітності органів влади перед своїми громадянами.

Розрізняють три основні показники ефективності в публічному управлінні: загальна соціальна ефективність; ефективність організації і функціонування суб'єкта державного управління; ефективність діяльності управлінських органів і посадових осіб. Однією із найважливіших складових управлінської ефективності місцевої влади називають соціальну складову, адже саме через місцеве самоврядування мешканці територіальних громад реалізують свої права і свободи.

У публічному адмініструванні результативність відбиває виконання розпоряджень, дотримання обмежень і регламенту, виконання управлінських рішень, нерідко пов'язаних із досягненням соціальних ефектів, що мають якісний характер і важко піддаються кількісному вимірюванню.

Те, що публічне управління є особливим дослідницьким напрямом, одним із перших визначив ще Вудро Вільсон, думку якого про виокремлення публічного управління та публічної політики в окремий напрямок наукових досліджень поділяли найбільші відомі дослідники в галузі науки управління. Серед цієї когорти вчених можна назвати таких, як Анрі Файоль, Леонард Уайт, Честер Барнард, Герберт Саймон, Дуайт Уалдо, Пітер Друкер, Вільям Нісканен, Ендрю Далшір, Йохан Олсен, Девід Осборн та ін. Один із сучасних дослідників публічного управління Гірт Букерт наголошує на тому, що державне управління не є якимось нейтральним та технічним процесом ухвалення та реалізації управлінських рішень, а натомість є діяльністю, яка тісно пов'язана з політикою, законами та громадянським суспільством.

Значну увагу проблемам ефективності різних елементів системи державного управління як визначального елемента публічного управління та адміністрування надавали також вітчизняні науковці в галузі публічного управління та адміністрування.

Так, зокрема, В. Цветков ефективність державного управління пов'язує із громадською свідомістю, з правовим становищем людини в суспільстві: «ефективність державного управління – це людська специфіка управління, що здійснюється людиною і для людини» [29].

Б. Гаврилишин вважає, що ефективність влади – це, насамперед, її прийнятність (аспект соціальної ефективності). Ідеться про те, що суспільство не байдуже до того, як здійснюється управління, воно зацікавлене в його високій якості [6, с. 50].

Н. Нижник у своїх дослідженнях виокремлює три основні підходи до розуміння ефективності публічного управління [20, с. 6]: 1) модель оцінки ефективності за схемою «ресурсне забезпечення діяльності – затрати – результат», яка аналогічна до моделі «внесок – продукт», що віддзеркалює витратний підхід до визначення ефективності, або характеристику «дієвість» щодо результативності. 2) модель довготермінової організації Р. Лайкерта, за якою ефективність визначають три групи чинників: а) внутрішньоорганізаційні чинники (змінні), що знаходяться під контролем організації: формальна структура організації, економічна стратегія і соціальна політика, професійно-кваліфікаційний склад персоналу тощо; б) проміжні змінні, що являють собою людські ресурси організації: організаційний клімат, відношення до праці, навички людей, рівень довіри до керівництва, традиції, методи ухвалення рішень, способи стимулювання і мотивації діяльності; в) результативні (наслідкові) змінні, що виражають остаточний результат зусиль – зростання і падіння прибутку, зростання чи зниження продуктивності праці, ступінь задоволення потреб тощо; 3) модель захисту збалансованих інтересів суспільства і держави, що проявляється в успішному розв'язанні проблеми оптимального захисту інтересів держави, населення, соціальних груп та окремого громадянина. Ефективність же буде забезпечена лише в разі взаємодії трьох складових: громадян, суспільства та держави [20, с. 11]. Остання модель подібна до багатокритеріального бачення ефективності щодо зацікавлених груп.

Підсумовуючи вищенаведені визначення запропонуємо визначення ефективності публічного управління та результативності адміністрування.

Ефективність публічного управління можна розглядати як сукупність ефективності публічних управлінських рішень, яку, своєю чергою, можна подати через сукупність показників економічної ефективності (продуктивності), результативності, корисності (впливу) та якості.

Результативність публічного адміністрування – це узагальнювальний показник, що включає як кількісні, так і якісні характеристики, віддзеркалює дієвість у досягненні поставлених цілей, економічність у використанні наявних ресурсів, продуктивність отриманих результатів (ефективність) як віддачу від витрачених ресурсів, прибутковість як результат функціонування народного господарства країни, якість як відповідність правил державотворення країни міжнародним стандартам та нормам та якість життя населення країни.

Зазначимо, що надання якісних адміністративних послуг є однією із першочергових функцій органів публічного управління. Лише через кількість та якість послуг, що надаються органами публічної влади, громадяни

в змозі оцінити, наскільки ефективно можуть функціонувати ці органи та наскільки в цілому вони можуть задовольняти населення. Відповідно, бажаним є такий механізм надання адміністративних послуг, що максимально наблизить цей процес до громади, забезпечить оптимальну взаємодію суб'єктів надання послуг і споживачів. Це потребує перегляду питань перерозподілу коштів між бюджетами, здійснення бюджетної децентралізації, що забезпечить свободу дій для місцевих органів публічної влади.

При цьому наголосимо, що в публічному управлінні під час оцінювання його ефективності та результативності адміністрування мають, як мінімум, порівнюватися:

- цілі, що практично реалізуються в ньому, з цілями, які об'єктивно детерміновані суспільними запитами;
- цілі, що реалізовані в управлінських процесах, з результатами, отриманими внаслідок об'єктивізації публічного управління (рішень і дій його управлінських компонентів);
- об'єктивні результати управління із суспільними потребами та інтересами;
- суспільні витрати, що пішли на публічне управління, з об'єктивними результатами, отриманими внаслідок управління;
- можливості, закладені в управлінському потенціалі, зі ступенем їх реального використання [12].

Виходячи із найбільш поширеного трактування, ефективність управління – це результат, зіставлений із затратами на його досягнення (вони включають не лише прямі витрати на систему управління, а й витрати на реалізацію управлінських рішень). Проте визначити результат управління й оцінити зумовлений ним ефект дуже складно.

Саме тому насамперед слід виокремити критерії, на основі яких можна було б виміряти результативність та ефективність публічного управління та результативності адміністрування.

Критерії ефективності публічного управління систематизовано за двома блоками – організаційним та особистісним.

Організаційний блок становлять критерії, що розкривають успішність діяльності установи чи організації як суспільної одиниці. До них належать: 1) цілеспрямованість організації (характеризує готовність організації до досягнення цілей); 2) згуртованість організації (характеризує стійкість та міцність міжособистісних взаємодій в організації, психологічний стан системи функціональної взаємодії співробітників в організації); 3) інтегративність організації (характеризує стан соціально-психологічного розвитку організації, визначає рівень узгодженості дій та структурованості професійних обов'язків); 4) відносна стабільність організації (визначає швидкість плинності кадрів в організації та пов'язану з нею динаміку соціально-психологічних станів в організації: соціально-психологічного клімату, рівня конфліктності тощо); 5) самоорганізованість організації (розкриває рівень розвитку в організації процесів управління та самоуправління, характеризує специфіку структурно-функціональної взаємодії членів організації в соціальних групах: малих, середніх, великих); 6) саморозвиток організації [9].

Особистісний блок включає критерії ефективності діяльності учасників процесу управління (суб'єктів управління): 1) активність суб'єктів управління як діяльнісний компонент психології особистості (свідчить про рівні психофізичної та соціально-психологічної життєдіяльності працівників); 2) задоволеність трудовою діяльністю (розкриває особистісне відношення працівника до роботи, інших членів колективу, до самого себе; дає змогу проаналізувати соціально-психологічні характеристики функціонування організації); 3) умотивованість суб'єктів управління (розкриває наявність свідомої причини трудової, пізнавальної, комунікативної та іншої активності членів групи як обов'язкової умови її ефективності); 4) емоційність (характеризує емоційне ставлення людей до взаємодії в соціальних групах); 5) стресостійкість (розкриває індивідуальну особистісну властивість швидко мобілізувати власний емоційно-вольовий потенціал для протидії різним деструктивним силам, є проєкцією загального соціально-психологічного стану функціонування організації) [9].

Крім того, слід зазначити, що основними цілями діяльності публічної влади щодо населення має бути надання найкращих і найякісніших послуг з раціональними витратами при прозорій діяльності та чіткій відповідальності. Якість виконання обов'язкових функцій органами публічної влади й державними чи комунальними установами з надання послуг населенню є пріоритетною вимогою до системи публічного управління.

Щодо принципів надання якісних адміністративних послуг, то в літературі наводиться такий їх перелік: дотримання встановлених стандартів якості надання адміністративних послуг; доступність адміністративних послуг для всіх суб'єктів звернення без обмежень; відкритість органів публічного управління, економічне обґрунтування плати за надання послуги та її нормативне закріплення [15].

Одним із шляхів, що забезпечують досягнення означених цілей, є виконавчі критерії, або критерії результативності. Вони є одним із механізмів, що використовуються як для самої організації діяльності органів публічної влади, так і для її якісної оцінки. Критерії оцінки результативності діяльності є також механізмом підвищення ефективності взаємодії органів публічної влади з громадськістю. Вони показують, наскільки результативно працює влада, за якими напрямками вона використала державні чи місцеві кошти та в якому обсязі. Завдяки таким критеріям громадськість має право та можливість контролювати діяльність влади, як центральної, так і місцевої.

Серед критеріїв результативності діяльності публічної влади виокремлюють: сприяння кращій оцінці щодо продуктивності та ефективності діяльності органів влади; надання інформації, яку органи влади можуть

використовувати під час ухвалення управлінських рішень для поліпшення якості їх діяльності; підвищення відповідальності органів влади перед населенням; поліпшення контролю за поточним виконанням і плануванням на майбутнє з більшою точністю і гнучкістю; забезпечення оцінки результатів діяльності, що сприяє використанню в майбутньому найоптимальніших варіантів [11, с. 144].

Щоб говорити про ефективність функціонування відповідного органу влади, його діяльність слід подати у вигляді процесів: 1) процес входу (надходження матеріально-технічних, людських, інформаційних, фінансових, часових ресурсів); 2) внутрішній процес (перетворення ресурсів та ухвалення управлінських рішень); 3) процес виходу (реалізація державних проєктів / надання адміністративних послуг; визначення результативності та ефективності діяльності органів влади (ступінь відповідності отриманих результатів діяльності задекларованій меті та визначеним цілям, задоволення населення від реалізації державних проєктів та надання адміністративних послуг [11, с. 142].

Як зазначають Карташов Є. Г. та ін., оцінка ефективності публічного управління та результативності адміністрування як управління складною, багатофункціональною системою, є вкрай складним завданням. Публічне управління не має цільової функції, що формалізується, і, як наслідок, інтегрального показника якості. Цілі публічного управління, як правило, задаються у вигляді переліку і не згортаються в одну, деталізацією якої можна вважати інші. При цьому складність побудови інтегральних показників для оцінки погіршується тим, що результати реалізації функцій публічного управління далеко не завжди безпосередньо пов'язані з якістю публічного управління [11].

На думку Шарого В. І. та ін., теорія та практика оцінки ефективності передбачає визначення різних її видів, що використовують залежно від особливостей об'єктів оцінки, цілей і результатів діяльності, інтересів державних органів, а також органів місцевого самоврядування й суспільства в цілому. Під час оцінки ефективності управління найбільш поширеним є підхід, що ґрунтується на отриманні запланованого результату з мінімальними витратами різних видів ресурсів, насамперед – фінансових [12, с. 236].

У контексті ефективності публічного управління та результативності адміністрування виникає потреба звернення до передового світового та європейського досвіду. Принагідно зазначимо, що критерії оцінки результативності діяльності органів публічної влади використовуються в багатьох розвинених демократичних країнах. Вони допомагають оцінювати якість та ефективність послуг, що надають органи публічної влади, результативність їх діяльності в цілому. Зокрема, у Канаді виконавчі критерії, або критерії результативності використовуються з таких основних причин: по-перше, оцінка допомагає поліпшити якість самої діяльності. Уважається, що урядові програми існують для надання різних послуг населенню і, таким чином, сприяють підвищенню рівня життя. Виконавчі критерії визначають для муніципалітетів шляхи їх оптимальної діяльності щодо надання високоякісних, ефективних і продуктивних послуг громаді; по-друге, виконавчі критерії посилюють відповідальність. Вони мають важливе значення для бюджетного процесу, який можуть значно поліпшити шляхом оцінки відповідності рівня послуг затратам коштів; по-третє, виконавчі критерії підвищують прозорість діяльності влади, оскільки документи щодо оцінки результативності її діяльності на основі зазначених критеріїв завжди доступні для широкого кола громадськості [1].

Країни Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) розробили цілісну систему виконавчих критеріїв, і на національному рівні мають обов'язкові програми із забезпечення підтримки цієї оціночної системи [24, с. 128].

Окрім традиційних форм внутрішнього аудиту та інших видів внутрішнього перегляду, центральними органами влади підтримуються такі підходи до забезпечення якості, як суспільно якісне управління, встановлення вихідних критеріїв оцінки та ін. Так, австралійський департамент фінансів підтримує встановлення вихідних критеріїв оцінки та систематичне оцінювання програм як один із засобів оцінювання результатів діяльності і визначення конкурентної спроможності діяльності органів державного сектора [28].

У США федеральний уряд і тридцять штатів мають законодавчо затверджені виконавчі критерії для своїх департаментів і муніципалітетів. У Канаді федеральний уряд та всі провінції свою діяльність будують на затвердженій системі оцінки результативності. Починаючи ще з 2001 року, муніципалітети Онтаріо були залучені до реалізації нової програми оцінки результатів діяльності – першої повномасштабної програми такого виду в Північній Америці. Від муніципалітетів вимагалось надання до міністерства муніципальних справ інформації щодо результатів діяльності відповідно до нових критеріїв її оцінки, а також звітувати перед платниками податків.

Ця програма з оцінки результативності вміщує 35 оціночних критеріїв у таких 9 сферах діяльності муніципалітету з надання послуг: місцеве самоврядування, планування, соціальні служби, збирання сміття, водопостачання, збирання та оброблення стічних вод, транспорт, пожежна служба, поліція. Така програма враховує ефективність та продуктивність муніципальних послуг і віддзеркалює: більшість витрат по муніципалітетах; сферу провінціально-муніципальних інтересів; підвищений інтерес та оцінку діяльності органів влади з боку громадськості; оперує цифрами, що завчасно легко зібрати. Підрахувати і порівняти; підпадає під муніципальну відповідальність [1].

Програма із запровадження та застосування виконавчих критеріїв є відносно новою, її використовують лише кілька років. Водночас за рахунок отриманих позитивних результатів, до її реалізації залучаються нові учасники.

У європейських системах управління посідають важливе місце такі системи забезпечення якості, як TQM (Total Quality Management), SQMS (Scottish Quality Management System), ISO (International Standardization). Пік зацікавленості процедурами забезпечення якості припав у світі на початок 90-х років XX століття [24].

Зокрема, шведський досвід оцінки діяльності органів державного управління демонструє модель (яка отримала назву аудит адміністративної діяльності), засновану на парадигмі «внесок – продукт», що включає три складові: – економічність (economy) – тобто орієнтація на найменші витрати, зокрема мінімізація вартості ресурсів, спрямованих на діяльність із досягнення визначеної якості послуги з урахуванням законності використання державних фондів. Тобто встановлюється відповідність використання ресурсів потребам, належність кількості ресурсів відповідній якості у визначений час, у потрібному місці, за розумну ціну; – ефективність (efficiency) – співвідношення між продуктом у вигляді наданих товарів (послуг) та ресурсами, використаними на їх створення. Аналізується технологія і методи роботи, співпраця підрозділів, засоби заохочення працівників до скорочення витрат робочого часу. Встановлюється практика найкращого досвіду, який орієнтовано на отримання максимуму продукту в термінах, кількості та якості, що відповідають внеску і способам діяльності; – результативність (effectiveness) – ступінь відповідності досягнутих результатів поставленій меті – нормі. У процесі аналізу результативності оцінюється вчасність досягнення мети, ступінь задоволення людей відповідною програмою [16].

Зважаючи на викладене вище, зазначимо, що підвищення ефективності публічного управління та результативності адміністрування в Україні сьогодення можливе через:

- завершення децентралізації функцій державних структура на територіальний рівень;
- організаційний розвиток управління публічними організаціями з метою підвищення його організаційної та соціальної ефективності;
- створення на державному рівні організацій, які сертифікуватимуть публічні організації щодо впровадження етичного кодексу та адаптації механізми запобігання корупції;
- широкий обмін досвідом публічного адміністрування насамперед із країнами Європейського Союзу через проведення спільних конференцій з публічного адміністрування, залучення фахівців із публічного адміністрування у відставці як консультантів та тренерів;
- спрощення регуляторного законодавства у сфері економіки, яке з одного боку зменшить бюрократичне навантаження на підприємців, з іншого боку, усуне точки виникнення корупції, що неминуче прив'язані до різного роду дозволів, сертифікатів, розпоряджень;
- підготовка нового покоління публічних службовців з високою кваліфікацією;
- підвищення матеріальної мотивації публічних службовців на всіх рівнях, що підвищить цінність посади для особи – публічного адміністратора [14].

Крім того, публічне управління та адміністрування в умовах воєнного стану має свої характерні особливості та механізми розвитку. Вони потребують окремих наукових досліджень задля вироблення дієвих пропозицій щодо пріоритетів і напрямів підвищення ефективності управління державою під час протистояння зовнішній агресії.

На ефективність публічного управління та результативність адміністрування значною мірою впливає фактична незавершеність адміністративно-територіальної реформи, що загрожує наростанням в Україні інституційних диспропорцій у взаємовідносинах між органами державної влади та органами місцевого самоврядування різних рівнів.

Розподіл управлінських функцій між органами державної влади, органами місцевого самоврядування, соціально відповідальним бізнесом та інститутами громадянського суспільства щодо здійснення ними повноважень у сфері публічного управління в нашій країні до початку вторгнення Російської Федерації на українські землі значною мірою було недоврегульовано. Причому це стосується не лише організації суспільного життя, але й економічних компетенцій, а також роботи з формування мобілізаційного резерву та діяльності в безпековій царині.

Зважаючи на зазначене вище, в умовах сьогодення першочергового значення набуває підвищення ефективності публічного управління та результативності адміністрування на основі впровадження тих інституційних стандартів регулювання цієї сфери, що властиві розвиненим державам світу. Насамперед це стосується нових підходів до стратегування розвитку держави, її регіонів та територіальних громад.

#### Висновки

Виклики, які постають перед Україною сьогодення вимагають ефективного функціонування системи публічного управління, що є важливим механізмом формування та реалізації державної політики на всіх рівнях, пріоритетним завданнями якого є регулювання та вдосконалення форм і методів управлінської діяльності для забезпечення прав і свобод людини та сталого розвитку країни (економічного, політичного, соціального). Від ефективності публічного управління та результативності адміністрування значною мірою залежить цивілізаційний розвиток будь-якої держави. Саме публічне управління є однією із фундаментальних підвалин забезпечення дієздатності і безпеки держави, економічного зростання, подолання бідності і забезпечення добробуту населення. Дослідження ефективності публічного управління та результативності адміністрування в Україні дало можливість виявити причини та наслідки неефективного публічного управління як на рівні держави, так і на регіональному чи місцевому рівні, виявити зв'язок між ефективністю публічного управління та результативністю

адміністрування та її економічними показниками як країни в цілому, так і її регіонів та територіальних громад. Завершальним етапом нашого дослідження стало розроблення рекомендацій із поліпшення ефективності публічного управління та результативності адміністрування в Україні. Такі рекомендації мають достатньо теоретичний характер, проте їх застосування на практиці із переосмисленням кожної із них у конкретний план дій та постановку завдань в ієрархії публічної організації дасть змогу прогресивно поліпшити якість публічного управління та результативність адміністрування.

#### Список використаної літератури

1. Бабінова О. Виконавчі критерії або критерії результативності як один із шляхів поліпшення діяльності територіальних органів влади: досвід Канади. Самостійність місцевих влад та розподіл повноважень між ними: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. К. ФСМСУ, 2002. С. 230-236.
2. Буркова Л. А. Ефективність й результативність публічного управління та адміністрування. Аудит управлінської діяльності: адміністративного менеджменту, бізнес-адміністрування, корпоративного управління, менеджменту підприємства (показники оцінки результатів, їх облік та прогнозування): монографія. Кривий Ріг, 2016. С. 267-276.
3. Власенко Т. А. Ефективність та результативність публічного адміністрування. URL: <http://bit.ly/3O6hA3e>
4. Власенко Т. А., Лагода Т. О. Складові ефективності публічного адміністрування. Матеріали I Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Напрями розвитку технологічних систем і логістики в АПВ», 11-12 квітня 2019 р. Харків: ХНТУСГ, 2019. С. 99.
5. Вольська О. М. Ефективність публічного управління як результат суспільних процесів у державі. URL: [el-zbim-du.at.ua](http://el-zbim-du.at.ua)
6. Гаврилишин Б. До ефективних суспільств. Дороговкази в майбутнє. Наукове видання. Доповідь Римському Клубові. [Третє українське доповнене видання]. К.: Унів. вид-во ПУЛЬСАРИ, 2009. 248 с. URL: <http://dspace.khntusg.com.ua/bitstream/123456789/14864/1/88.pdf>
7. Григорчук, Оксана. Особливості оцінки ефективності та результативності публічного управління с. 60-62. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/44534/1/%D0%93%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%87%D1%83%D0%BA%20%D0%9E.pdf>
8. Гришко В. В. Квадрат ефективності публічного управління. Інвестиції: практика та досвід, 2020, № 17-18. С. 81-84.
9. Гурін, Катерина. Критерії результативності та ефективності публічного адміністрування. Форум прямої демократії: матеріали доповідей та тез II Всеукраїнської науково-практичної конференції. Київ, 4 грудня 2019 року / За заг. ред. Войтович Р. В., Ворони П. В. Київ, ТОВ «Видавничий дім «АртЕк», 2019. С. 261-263.
10. Даниленко А. О. Основні фактори впливу на адміністративну результативність та ефективність публічного адміністрування. Порівняльно-аналітичне право, 2019. № 6. С. 224-226.
11. Державне та регіональне управління: [підручник]. Київ: Освіта України, 2019. 248 с.
12. Державне управління ресурсами та регулювання галузевих ринків: монографія / авт. кол.: В. І. Шарий, О. В. Черевко, Л. Я. Самойленко, А. О. Овчаренко; наук. керівн. і відп. викон., д. держ. упр. В. І Шарий. Черкаси: видавець Чабаненко Ю. А., 2022. 310 с.
13. Дзвінчук Д. І., Лютий М. О. Про оцінювання ефективності публічного управління територіальними громадами. Публічне урядування, 2022. № 1(29). С. 42-51.
14. Дума О. І. Ефективність публічного адміністрування в Україні: проблеми та виклики. Ефективна економіка, 2017. № 3. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5509>
15. Енциклопедія державного управління [Текст]: у 8 т / наук. ред. кол.: Ю. В. Ковбасюк (голова) [та ін.]; Національна академія державного управління при Президентові України. К.: НАДУ, 2011. Т. 8: Публічне урядування / наук. ред. кол. В. С. Загорський (голова), С. О. Телешун (співголова) [та ін.]; Львівський регіональний інститут державного управління Національної академії державного управління при Президентові України. Львів: ЛРІДУ НАДУ, 2011. 630 с.
16. Красноручський О. О. Напрями вдосконалення оцінки ефективності публічного адміністрування. Актуальні проблеми інноваційної економіки. 2016. № 3. С. 45-54. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/apie\\_2016\\_3\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/apie_2016_3_10)
17. Малий. І. Й. Результативність управління публічним сектором в умовах нестабільності. Економіка та держава. 2017. № 12. С. 33-37. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde\\_2017\\_12\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde_2017_12_8)
18. Миколенко О. М. Ефективність публічного управління в сфері охорони здоров'я. Правова держава, 2019, № 35. URL: <http://pd.onu.edu.ua/article/view/181346>
19. Мороз О. Ефективність публічного управління в виконавчих органах місцевого самоврядування. Економіка і організація управління, 2016. № 3(23). URL: <https://jeou.donnu.edu.ua/article/view/2893>
20. Нижник Н. До проблеми ефективності державного управління в Україні. Підвищення ефективності державного управління: стан, перспективи та світовий досвід: зб наук. пр.; за заг. ред. В. М. Князева. К.: Вид-во УАДУ, 2000. С. 6-11.

21. Обушна Н. Результативність та ефективність управління – парадигма сучасного публічного управління. Державне управління та місцеве самоврядування. 2015. Вип. 4. С. 47-60. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/dums\\_2015\\_4\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/dums_2015_4_8). URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&S21P03=F](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=F)

22. Основи публічного управління та антикорупційна діяльність: [навчальний посібник] / Є. Г. Карташов, А. П. Миколаєць, А. В. Антонов, І. О. Драган, Н. В. Дацій, Ю. В. Шпак; за заг. ред. Є. Г. Карташова, А. П. Миколайця. Київ: Освіта України, 2020. 304 с.

23. Публічне управління та адміністрування в умовах війни і в поствоєнний період в Україні : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. у трьох томах, м. Київ, ДЗВО «Університет менеджменту освіти» НАПН України, 15-28 квітня 2022 р.; ред. колегія : І. О. Дегтярьова, В. С. Куйбіда, П. М. Петровський та ін., уклад. Т. О. Мельник. Т. 2. К. : ДЗВО «УМО» НАПН України, 2022. 246 с.

24. Розвиток партнерства між місцевою владою та недержавним сектором у сфері надання громадських послуг: монографія / О. В. Берданова, В. М. Вакуленко, М. Д. Василенко, О. В. Галацан та ін.; за ред. Ю. П. Лебединського. Ужгород: Патент, 2003. 192 с.

25. Семенцова О. В., Паламарчук І. В., Старикова С. О. Методи оцінки ефективності державного адміністрування та місцевого самоврядування. Публічне управління та митне адміністрування, 2021. № 1(28). С. 53-57.

26. Таньчук О. А. Основні підходи до оцінювання ефективності публічного управління. Вісник Національної академії державного управління при Президентів України. 2015. № 3. С. 63-71. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnadu\\_2015\\_3\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnadu_2015_3_11)

27. Тихончук Л. Х., Чубок Т. О. Ефективність публічного управління у сфері культури в умовах децентралізації (на прикладі Рівненської області). Вісник національного університету водного господарства та природокористування, 2021. № 3 (95). С. 146-156.

28. Уряд для громадян. Ініціативи щодо поліпшення якості послуг. Український переклад. Львів. Львівськ. Філіал УАДУ. 2000. 293 с.

29. Цветков В. В. Державне управління: основні фактори ефективності (політико-правовий аспект). Х.: Право, 1996. 164 с.

#### References

1. Babinova O. Vykonavchi kryteriyi abo kryteriyi rezul'tatyvnosti yak odyin iz shlyakhiv polipshennya diyal'nosti terytorial'nykh orhaniv vlady: dosvid Kanady [Executive criteria or performance criteria as one of the ways to improve the activity of territorial authorities: Canadian experience]. Samostiynist' mistsevykh vlad ta rozpodil povnovazhen' mizh nymy: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf [The independence of local authorities and the distribution of powers between them: materials of the International science and practice conf]. K. FSMSU, 2002. P. 230-236.

2. Burkova L. A. Efektyvnist' y rezul'tatyvnist' publichnoho upravlinnya ta administruvannya [Efficiency and effectiveness of public management and administration]. Audyt upravlins'koyi diyal'nosti: administratyvnoho menedzhmentu, biznes-administruvannya, korporatyvnoho upravlinnya, menedzhmentu pidpryyemnytstva (pokazyky otsinky rezul'tativ, yikh oblik ta prohnovuzuvannya) [Audit of managerial activities: administrative management, business administration, corporate management, entrepreneurship management (indicators of evaluation of results, their accounting and forecasting): monograph]. Kryvyi Rih, 2016. P. 267-276.

3. Vlasenko T. A. Efektyvnist' ta rezul'tatyvnist' publichnoho administruvannya [Effectiveness and efficiency of public administration]. Available at: <http://bit.ly/3O6hA3e>

4. Vlasenko T. A., Lagoda T. O. Skladovi efektyvnosti publichnoho administruvannya [Components of the effectiveness of public administration]. Materialy I Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi internet-konferentsiyi «Napryamy rozvytku tekhnolohichnykh system i lohistyky v APV» [Materials of the 1st International Scientific and Practical Internet Conference "Directions of Development of Technological Systems and Logistics in APV"], April 11-12, 2019. Kharkiv: KhNTUSG, 2019. P. 99.

5. Volska O. M. Efektyvnist' publichnoho upravlinnya yak rezul'tat suspil'nykh protsesiv u derzhavi. [Effectiveness of public administration as a result of social processes in the state]. Available at: [el-zbim-du.at.ua](http://el-zbim-du.at.ua) (Accessed 10 November 2022)

6. Havrylyshyn B. Do efektyvnykh suspil'stv. Dorohovkazy v maybutnye. Naukove vydannya. Dopovid' Ryms'komu Klubovi. [Towards effective societies. Road signs to the future. Scientific edition]. Report to the Club of Rome. [Third Ukrainian supplemented edition]. K.: Univ. PULSARY publishing house, 2009. 248 p. Available at: <http://dspace.khntusg.com.ua/bitstream/123456789/14864/1/88.pdf> (Accessed 10 November 2022)

7. Hryhorchuk, Oksana. Osoblyvosti otsinky efektyvnosti ta rezul'tatyvnosti publichnoho upravlinnya [Peculiarities of evaluating the efficiency and effectiveness of public administration] p. 60-62. Available at: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/44534/1/%D0%93%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%87%D1%83%D0%BA%20%D0%9E.pdf> (Accessed 10 November 2022)

8. Hryshko V. V. Kvadrat efektyvnosti publichnoho upravlinnya. Investytsiyi [Square of efficiency of public administration. Investments: practice and experience], 2020, Vip. 17-18. P. 81-84.

9. Hurin, Kateryna. Kvadrat efektyvnosti publichnoho upravlinnya. Investytsiyi [Criteria of effectiveness and efficiency of public administration]. Forum pryamoyi demokratiyi: materialy dopovidey ta tez II Vseukrayins'koyi naukovopraktychnoyi konferentsiyi [Forum of direct democracy: materials of reports and theses of the II All-Ukrainian scientific and practical conference]. Kyiv, December 4, 2019 / For general ed. Voytovych R. V., Vorony P. V. Kyiv, ArtEk Publishing House LLC, 2019. P. 261-263.

10. Danylenko A.O. Osnovni faktory vplyvu na administratyvnu rezul'tatyvnist' ta efektyvnist' publichnoho administruvannya [The main factors of influence on administrative effectiveness and efficiency of public administration]. Porivnyal'no-analitychne pravo [Comparative and analytical law], 2019. Vip. 6. P. 224-226.

11. State and regional administration: [textbook]. Kyiv: Education of Ukraine, 2019. 248 p.

12. Derzhavne upravlinnya resursamy ta rehulyuvannya haluzevykh ryнкiv [State management of resources and regulation of industry markets]: monograph / author. col.: V. I. Sharyi, O. V. Cherevko, L. Ya. Samoilenko, A. O. Ovcharenko; of science manager and resp. executive, d. state. example V. And Sharyi. Cherkasy: Yu. A. Chabanenko publisher, 2022. 310 p.

13. Dzvinchuk D. I., Lyuty M. O. Pro otsynuyannya efektyvnosti publichnoho upravlinnya terytorial'nymy hromadamy [About evaluating the effectiveness of public management of territorial communities]. Publichne uradyuvannya [Public administration], 2022. Vip. 1(29). P. 42-51.

14. Duma O. I. Efektyvnist' publichnoho administruvannya v Ukraini: problemy ta vyklyky [Effectiveness of public administration in Ukraine: problems and challenges]. Efektyvna ekonomika [Effective economy], 2017. Vip. 3. Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5509> (Accessed 10 November 2022)

15. Encyclopedia of public administration [Text]: in 8 volumes / Science. ed. coll.: Yu. V. Kovbasiuk (head) [etc.]; National Academy of Public Administration under the President of Ukraine. K.: NADU, 2011. Vip. 8: Public administration / Science. ed. number V. S. Zahorskyi (chairman), S. O. Teleshun (co-chairman) [etc.]; Lviv Regional Institute of Public Administration of the National Academy of Public Administration under the President of Ukraine. Lviv: LRIDU NADU, 2011. 630 p.

16. Krasnorutskyi O.O. Napryamy vdoskonalennya otsinky efektyvnosti publichnoho administruvannya [Directions for improving the evaluation of the effectiveness of public administration]. Aktual'ni problemy innovatsiyoi ekonomiky [Actual problems of innovative economy]. 2016. Vip. 3. P. 45-54. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/apie\\_2016\\_3\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/apie_2016_3_10) (Accessed 11 November 2022)

17. Small. I.Y. Rezul'tatyvnist' upravlinnya publichnym sektorom v umovakh nestabil'nosti. [Effectiveness of public sector management in conditions of instability]. Ekonomika ta derzhava [Economy and the state]. 2017. Vip. 12. P. 33-37. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde\\_2017\\_12\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde_2017_12_8) (Accessed 11 November 2022)

18. Mykolenko O. M. Efektyvnist' publichnoho upravlinnya v sferi okhorony zdorov'ya. [Effectiveness of public management in the sphere of health care]. Pravova derzhava [Rule of Law], 2019, Vip. 35. Available at: <http://pd.onu.edu.ua/article/view/181346> (Accessed 11 November 2022)

19. Moroz O. Efektyvnist' publichnoho upravlinnya v vykonavchych orhanakh mistsevoho samovryaduvannya. [Effectiveness of public management in executive bodies of local self-government]. Ekonomika i orhanizatsiya upravlinnya [Economics and Management Organization], 2016. Vip. 3(23). Available at: <https://jeou.donnu.edu.ua/article/view/2893> (Accessed 11 November 2022)

20. Nyzhnyk N. Do problemy efektyvnosti derzhavnogo upravlinnya v Ukraini. [To the problem of efficiency of public administration in Ukraine]. Pidvyshchennya efektyvnosti derzhavnogo upravlinnya: stan, perspektyvy ta svitovyy dosvid: zb nauk. pr.; za zah. red. V. M. Knyazyeva [Increasing the efficiency of public administration: state, prospects and world experience: collection of sciences. Ave.; in general ed. V. M. Knyazeva.] K.: Publishing House of the Ukrainian Academy of Sciences, 2000. P. 6-11.

21. Obushna N. Rezul'tatyvnist' ta efektyvnist' upravlinnya – paradyhma suchasnoho publichnoho upravlinnya. [Effectiveness and efficiency of management - a paradigm of modern public management]. Derzhavne upravlinnya ta mistseve samovryaduvannya [State administration and local self-government]. 2015. Issue 4. P. 47-60. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/dums\\_2015\\_4\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/dums_2015_4_8). Available at: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.ex](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.ex) (Accessed 11 November 2022)

22. Osnovy publichnoho upravlinnya ta antykoruptsiyna diyal'nist' [Basics of public administration and anti-corruption activities]: E. G. Kartashov, A. P. Mykolaets, A. V. Antonov, I. O. Dragan, N. V. Datsii, Yu. V. Shpak; in general ed. E. G. Kartashova, A. P. Mikolaitsa. Kyiv: Education of Ukraine, 2020. 304 p.

23. Publichne upravlinnya ta administruvannya v umovakh viyny i v postvoyenny period v Ukraini [Public management and administration in the conditions of war and in the post-war period in Ukraine]: materials of Vseukr. science and practice conf. in three volumes, Kyiv, DZVO "University of Education Management" National Academy of Sciences of Ukraine, April 15-28, 2022; ed. collegium: I. O. Degtyarova, V. S. Kuybida, P. M. Petrovsky and others, comp. T. O. Melnyk. Vip. 2. K.: DZVO "UMO" National Academy of Sciences of Ukraine, 2022. 246 p.

24. Rozvytok partnerstva mizh mistsevoyu vladoyu ta nederzhavnym sektorom u sferi nadannya hromads'kykh posluh: monohrafiya [Development of partnership between local authorities and the non-state sector in the field of public services]: monograph / O. V. Berdanova, V. M. Vakulenko, M. D. Vasylenko, O. V. Galatsan, etc.; under the editorship Yu. P. Lebedynskiy. Uzhhorod: Patent, 2003. 192 p.

25. Sementsova O. V., Palamarchuk I. V., Starykova S. O. Metody otsinky efektyvnosti derzhavnoho administruvannya ta mistsevoho samovryaduvannya. [Methods of assessing the effectiveness of state administration and local self-government]. Publichne upravlinnya ta mytne administruvannya [Public administration and customs administration], 2021. Vip. 1(28). P. 53-57.

26. Tanchuk O. A. Osnovni pidkhody do otsinyuvannya efektyvnosti publichnoho upravlinnya. [Basic approaches to evaluating the effectiveness of public administration]. Visnyk Natsional'noyi akademiyi derzhavnoho upravlinnya pry Prezydentovi Ukrainy [Bulletin of the National Academy of Public Administration under the President of Ukraine]. 2015. Vip. 3. P. 63-71. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnadu\\_2015\\_3\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnadu_2015_3_11) (Accessed 11 November 2022)

27. Tikhonchuk L. Kh., Chubok T. O. Efektyvnist' publichnoho upravlinnya u sferi kul'tury v umovakh detsentralizatsiyi (na prykladi Rivnens'koyi oblasti). [Effectiveness of public management in the sphere of culture in conditions of decentralization (on the example of Rivne region)]. Visnyk natsional'noho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannya [Bulletin of the National University of Water Management and Nature Management], 2021. No. 3 (95). P. 146-156.

28. Uryad dlya hromadyan. Initsyatyvy shchodo polipshennya yakosti posluh. [Government for citizens. Initiatives to improve the quality of services]. Ukrayins'kyy pereklad [Ukrainian translation]. Lviv. Lviv. A branch of the Ukrainian Academy of Sciences. 2000. 293 p.

29. Tsvetkov V. V. Derzhavne upravlinnya: osnovni faktory efektyvnosti (polityko-pravovyy aspekt) [Public administration: main factors of efficiency (political and legal aspect)]. Kh.: Pravo, 1996. 164 p.



І. П. ЛОПУШИНСЬКИЙ

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-7460-7476

О. Л. ДУРМАН

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0001-7829-9944

А. В. ЧУШАК

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0001-9024-8381

## ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

У статті проаналізовано основні виклики, що постали перед вищою освітою України внаслідок широкомасштабного вторгнення Російської Федерації до України, які насамперед пов'язані із знищенням інфраструктури закладів вищої освіти (далі – ЗВО), втратою кадрового потенціалу, скороченням фінансування вищої освіти, відтоком українських та іноземних студентів із ЗВО, забезпеченням академічної доброчесності в ЗВО в умовах воєнного стану. Висвітлено, що з початком воєнної агресії Російської Федерації проти України система освіти України, як і всієї країни, функціонує в екстремальних умовах. Особливістю цього періоду є необхідність поєднання важливих завдань, які сягають минулого і потребують свого логічного завершення, з реальними завданнями, зумовленими війною, і завданнями, які визначатимуть подальший розвиток системи вищої освіти. Зосереджена увага на тому, що перспективи трансформації системи вищої освіти не обмежено лише напрямками цифровізації, хоча апробація та широке впровадження сучасних методів навчання з використанням інформаційних технологій є досить актуальними. Також потребують пильної уваги розвиток неформальної та інформальної вищої освіти, а також створення механізмів визнання її результатів у системі формальної вищої освіти. Розглянуто актуальні проблеми, що загострилися та виникли в системі вищої освіти України в умовах стрімкого наростання встановлених викликів. Виявлено, що першочергової уваги потребують проблемні питання в галузі вищої освіти, спричинені війною, а найбільшим викликом для системи освіти є створення безпечних умов усім учасникам освітнього процесу. Окреслено досягнення цілей, які передбачають виконання низки конкретних завдань щодо інтеграції ЗВО до світового освітньо-наукового простору та забезпечення їх фінансової автономії ЗВО. Щодо перспектив подальшого розвитку наголошено на необхідності створення підґрунтя всеохопної трансформації для дальшого розвитку фахової передвищої та вищої освіти. Наведено можливості, які може отримати вища освіта України для свого розвитку навіть за таких складних умов.

**Ключові слова:** національна система вищої освіти України, виклики, можливості, потенціал системи вищої освіти, розвиток системи вищої освіти, заклади вищої освіти, студенти, кадровий потенціал ЗВО.

I. P. LOPUSHYNSKYI

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-7460-7476

O. L. DURMAN

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0001-7829-9944

A. V. CHUSHAK

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0001-9024-8381

## FEATURES OF THE SYSTEM FUNCTIONING HIGHER EDUCATION OF UKRAINE UNDER THE CONDITIONS OF MARITAL STATE

From February 24, 2022, the education system of Ukraine, like the entire country, functions in extreme conditions. The peculiarity of this period is the need to combine important tasks that date back to the past and need their logical conclusion with actual tasks caused by the war and tasks that will determine the future development of the higher education system. The article analyzes the main challenges faced by higher education in Ukraine as a result of the Russian Federation's large-scale invasion of Ukraine. They are primarily related to the destruction of the infrastructure of higher education institutions (hereinafter referred to as higher education institutions), the loss of personnel potential, the reduction of funding for higher education, the outflow of Ukrainian and foreign students from higher education institutions, and the maintenance of academic integrity in higher education institutions under martial law. It is emphasized the need to respond to these challenges as soon

as possible with appropriate measures in order to preserve higher education in Ukraine and increase its contribution to the socio-economic development of the country and its regions. Current problems that have worsened and arisen in the system of higher education of Ukraine in the conditions of a rapid increase in established challenges are considered. Attention is focused on the fact that the education system faces tasks that require immediate resolution and that would never be so urgent in peacetime, namely: the safety of the functioning of educational institutions, the organization of the educational process in conditions of martial law, and many others. In order to preserve and increase the potential of the national system of higher education, the ability to form high-quality human capital and ensure the innovative character of processes in society, we must make maximum efforts to create an effective management system in higher education, to transform them into socially responsible branches of specialist training; formation of trust of citizens, the state and business in the educational, scientific, and innovative activities of higher education institutions; ensuring the proper quality of educational and scientific activities of higher education institutions, the competitiveness of the specified link of education, its accessibility for various segments of the population. The opportunities that Ukrainian higher education can obtain for its development even under such difficult conditions are given.

**Key words:** national system of higher education of Ukraine, challenges, opportunities, potential of the higher education system, development of the higher education system, higher education institutions, students, personnel potential of higher education institutions.

### Постановка проблеми

В умовах важких випробувань, невизначеності та складних умовах функціонування, у яких опинилися більшість державних інституцій України на початку 2022 року, слід також окремо дослідити ситуацію, що склалася навколо системи вищої освіти. У наші дні вже чітко стало зрозуміло, що система вищої освіти, попри активні процеси реформування, які відбувалися напередодні воєнних дій, виявилася закутою в бюрократичних механізмах і не мала змогу швидко на реагувати на виклики суспільства. Війна посилила й розширила виклики, що вже були постали до цього перед вищою освітою через епідемію COVID-19. Для національної системи вищої освіти це випробовування стало ще й своєрідним стимулом, що відкрив вікно нових можливостей, ставши каталізатором давно назрілих модернізаційних змін у вищій освіті. Насамперед ідеться про розвиток цифрової та дистанційної вищої освіти, зокрема онлайнної. Проте перспективи трансформації системи вищої освіти не обмежено лише цими напрямками. Потребують пильної уваги також розвиток неформальної та інформальної вищої освіти, створення механізмів визнання її результатів у системі формальної вищої освіти. На часі постала й апробація та широке впровадження сучасних методів навчання з використанням інформаційних технологій.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Упродовж 2022 року до проблеми функціонування національної системи вищої освіти в Україні в умовах воєнного часу зверталися Андрій Вітренко (описує стан вищої та фахової передвищої освіти (далі – ФПВО) в умовах воєнного стану) [1], Добрянська О. М., Соколова Е. Т. (вивчають виклики системи вищої освіти України через механізми публічного управління в умовах війни) [2], Іщенко А., Карпенко М. (розглядають проблеми й перспективи українська система вищої освіти в умовах воєнної агресії РФ), [3], Тарасенко О., Тарасенко І. (розкривають проблеми та напрямки вирішення фінансування вищої освіти в повоєнному періоді) [13], Шевчук І. Б., Шевчук А. В. (досліджують виклики та можливості для вищої школи України в контексті освітньої аналітики кризь призму війни) [14] та ін. Водночас, у названих та інших наукових розвідках по суті не розкриваються питання функціонування системи вищої освіти України в умовах обмеженого фінансування 2022 року та в контексті аналогічної ситуації, що виникне при виконанні ЗВО державного бюджету України на 2023 рік (фінансування ЗВО зменшено з 33,3 млрд грн. 2022 року до 31,8 млрд грн. 2023 року – на 5%). У цьому зв'язку потребує вирішення проблема, як меншими зусиллями досягти більшого результату в діяльності ЗВО, тобто ефективності і результативності при мінімальній затраті бюджетних коштів.

### Мета статті

Саме тому метою нашої статті й стало висвітлення особливостей функціонування системи вищої освіти в умовах воєнного стану, спричиненого агресією Російської Федерації проти України, та постановням перед системою ЗВО у цьому зв'язку низки суттєвих викликів.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Воєнна агресія Російської Федерації проти України, розпочата 24 лютого 2022 року, стала викликом самому існуванню нашої держави, її суверенітету та незалежності.

Суттєвими викликами для сфери освіти є:

- загроза життю та здоров'ю учасників освітнього процесу, обмеження доступу до базових потреб людини;
- масштабні руйнування освітньої інфраструктури: пошкодження приміщень закладів освіти, навчальної матеріально-технічної бази, навчально-виробничих баз практики;
- вимушене масштабне переміщення учасників освітнього процесу в межах України та за кордон, що призвело до значних втрат контингенту здобувачів освіти, педагогічного й викладацького складу;
- загострення проблеми забезпечення доступу до освіти українським школярам та студентам, порушення неперервності освітнього процесу;

- втрата управлінського освітнього контролю на територіях, що потрапили під тимчасову окупацію або перебувають у зоні активних військових дій. Насильницька переорієнтація українських здобувачів освіти на російські навчальні програми, підручники, примусовий перехід на російську мову навчання;
- зменшення видатків державного та місцевих бюджетів на освіту;
- забезпечення розвитку приватної освіти на рівнях дошкільної, загальної середньої та позашкільної освіти.

[4, с. 12].

Крім того, відкрита російська агресія проти України впродовж 2022 року завдала значних матеріальних збитків сфері освіти України, у т.ч. й вищої. Так, за інформацією Міністерства освіти і науки України, станом на 1 серпня 2022 року було повністю зруйновано 7 ЗВО та 9 ЗФПВО, пошкоджено 49 закладів вищої й післядипломної педагогічної освіти, а також 71 ЗФПВО. Загалом у регіональному розрізі найбільших руйнувань і пошкоджень зазнали заклади вищої та фахової передвищої освіти Донецької, Луганської, Харківської, Чернігівської, Миколаївської, Запорізької областей.

Зазначимо, що збройна агресія Російської Федерації проти України, що наразі досі триває, спричинила серйозну загрозу життю та здоров'ю всіх громадян України. Задля створення безпечного освітнього середовища для учасників освітнього процесу з Донецької, Луганської, Херсонської, окремих громад Запорізької й Харківської областей станом на 1 серпня 2022 року було переміщено (з урахуванням першої хвилі переміщення 2014 р.) 29 ЗВО державної, комунальної й приватної форм власності та 64 їх відокремлених структурних підрозділи. З прифронтових територій також було переміщено 40 ЗФПВО державної, комунальної й приватної форм власності та один відокремлений структурний підрозділ ЗФПВО [4].

Міністерством освіти і науки України (далі – МОН України) для створення нормативно-правових підстав для переміщення закладів вищої та фахової передвищої освіти за воєнний період було видано понад 110 відповідних наказів та інших нормативно-правових актів [15].

Як зазначають Іщенко А. і Карпенко М., поза сумнівом, російська збройна агресія 2022 року призведе до істотних змін у системі вищої освіти України в цілому. Передовсім скорочення державних видатків на вищу освіту та бюджетних місць у ЗВО, зниження доходів населення, значне посилення «освітньої міграції» можуть спричинити суттєве зниження попиту на вітчизняну вищу освіту з відповідними наслідками для викладачів, адміністрацій та мережі ЗВО. Водночас війна стрімко прискорила перебіг природних тенденцій розвитку системи вищої освіти щодо оптимізації та корекції її структури, обсягів і змісту [3].

Упродовж 2022 року законодавчо-нормативне забезпечення діяльності закладів вищої та фахової передвищої освіти в умовах воєнного стану, як і освітньої сфери в цілому, здійснювалося в межах та відповідно до Закону України від 12 травня 2015 року № 389-VIII «Про правовий режим воєнного стану» (зі змінами та доповненнями) [11], Указу Президента України від 24 лютого 2022 року № 64/2022 «Про введення воєнного стану в Україні» [7], а також згідно з іншими нормативно-правовими актами України. Відповідно до наказу МОН України від 07 березня 2022 року № 235 «Про деякі питання організації роботи закладів фахової передвищої, вищої освіти на час воєнного стану» [9], створювалося інституційне підґрунтя щодо вжиття заходів для забезпечення захисту учасників освітнього процесу, працівників і майна закладів освіти; проведення в разі потреби евакуації учасників освітнього процесу; забезпечення особливих умов навчання (встановлення індивідуального графіка навчання, надання академічної відпустки тощо) для тих здобувачів освіти, які перебувають у лавах Збройних Сил України або в підрозділах територіальної оборони, займаються волонтерською діяльністю. Забезпечувалися заходи з організації вступної кампанії 2022 року (наказ МОН України від 23 червня 2022 року № 587 «Про організацію роботи консультативних телефонів Міністерства освіти і науки «Вступна кампанія 2022 року» та інші накази, що регулюють питання вступу до ЗВО України). МОН України підготувало інформацію для всіх закладів освіти, включаючи ЗВО та ЗФПВО, щодо особливостей організації нового 2022/2023 н. р. і рекомендації щодо першочергових кроків із підготовки до нього, серед яких призначення комісій з обстеження закладів освіти на предмет готовності до організації навчання й забезпечення безпеки учасників освітнього процесу, визначення основної форми організації освітнього процесу, забезпечення провадження освітнього процесу впродовж навчального року [15].

У зв'язку зі зростанням кількості переміщених ЗВО МОН України було виконано аналіз рівня працевлаштування випускників таких закладів. Загалом аналіз проводився для 138-и ЗВО, що перебувають у підпорядкуванні МОН України, фінансуються з бюджету за затвердженою Кабінетом Міністрів України формулою. Складено Рейтинг ЗВО за оцінкою зайнятості та показником працевлаштування їх випускників на основі інформації від Пенсійного фонду України. Передання інформації регламентувалося нормативно-правовим актом «Порядок обміну інформацією між Пенсійним фондом України та Міністерством освіти і науки України». Автоматизація процесів отримання, оброблення, зберігання й аналізу інформації про працевлаштування випускників закладів професійної (професійно-технічної), фахової передвищої та вищої освіти здійснювалася з використанням інформаційної системи ЄДЕБО. Установлено, що в семи з дев'яти університетів, що було переміщено 2014 року та які знову були вимушені переміщуватися до безпечніших територій, спостерігаються досить низькі показники працевлаштування випускників. Лише Донецький національний технічний університет потрапив до групи з порівняно високим рейтингом, хоча до

початку військової агресії на Донбасі більшість із цих дев'яти ЗВО входили до ТОП-30 найкращих університетів країни. Низький рівень працевлаштування випускників переміщених ЗВО свідчить про те, що ці університети за попередніх вісім років значною мірою втратили кадровий потенціал, матеріально-технічну базу, зв'язки з базовими підприємствами-партнерами для проведення практики, контингент абітурієнтів/студентів, що зорієнтувалися на безпечніші регіони країни або на виїзд на навчання за кордон. Таким чином, слід налагодити системну фінансово-матеріальну державну, регіональну, міжнародну та іншу партнерську підтримку таких ЗВО, оскільки в подібній ситуації найближчим часом може опинитися значна частина українських університетів [4].

У цьому зв'язку, як зазначає МОН України, основними чинниками й ризиками, що впливатимуть на кадрове забезпечення національної економіки, суспільного життя в Україні, процес підготовки кадрів, їх перепідготовку та підвищення їхньої кваліфікації в найближчий воєнний період і повоєнний час, є:

- наявність пошкоджених, зруйнованих ЗВО та ЗФПВО, втрати матеріально-технічної бази, їх переміщення до безпечніших регіонів або перебування на тимчасово окупованих територіях;
- втрати кадрового потенціалу ЗВО та ЗФПВО, контингенту абітурієнтів/ студентів, які переорієнтувалися на безпечніші регіони країни чи на виїзд на навчання за кордон;
- підвищена ймовірність істотного скорочення контингенту для формування державного замовлення на наступні навчальні роки: у повоєнний період велика частка студентської/учнівської молоді, старшокласників, викладачів та інших працівників цих закладів освіти можуть не повернутися до України, залишившись за її межами;
- звуження бази для проведення практики внаслідок згорання роботи навчально-виробничих комбінатів (центрів, комплексів тощо) й провідних українських підприємств;
- кардинальні зміни в кадрових потребах національної економіки та суспільного життя, які динамічно виникають у воєнний і виникатимуть у повоєнний час та потребують виважених урядових рішень і дій;
- потреба подолання наявних недоліків (управлінських, законодавчо-нормативних, методологічних, інституційних тощо) у сфері реформування ЗВО та ЗФПВО, що проявляються у відсутності належної координації у сфері освіти дорослих; потреба поліпшення результатів підготовки кадрів ЗФПВО за рахунок посилення зв'язку теоретичної складової підготовки з вимогами ринку праці щодо вмінь, навичок тощо [4].

Основним напрямом розвитку вищої й фахової передвищої освіти України в повоєнний період буде її адаптація до європейських аналогів у контексті реалізації статусу країни-кандидата на членство в Європейському Союзі, яка буде здійснюватися за такими напрямками:

- гармонізація законодавчо-нормативного, інституціонального та методологічного забезпечення цих освітніх сфер;
- приведення Національної рамки кваліфікацій відповідно до норм і положеннями Європейської рамки кваліфікацій (щодо освітньої кваліфікації фахового молодшого бакалавра, четвертого рівня для випускників профільних шкіл тощо), адаптування Національної системи кваліфікацій до європейських аналогів, діяльності вітчизняних інституцій, що забезпечують якість вищої та фахової передвищої освіти (НАЗЯВО, НАК) тощо;
- формування системи державно-приватного й соціального партнерства у сфері підготовки фахівців між провайдерами освітніх послуг та їх користувачами/споживачами, зокрема роботодавцями й професійними організаціями;
- запровадження в практичну діяльність ЗВО та ЗФПВО підготовки, перепідготовки кадрів і підвищення їх кваліфікації за мікроступенями (мікрокредитами/мікрокваліфікаціями) [4].

На думку Шевчук І. Б. та Шевчук А. В., попри низку викликів для сучасної системи вищої освіти, які постали внаслідок російської агресії проти України, вона ще отримує певні можливості для розвитку. Ці можливості подано нижче [14], а також подано наше авторське розуміння цих можливостей:

- удосконалення територіальної організації вищої освіти в Україні (переміщення до великих міст ЗВО з територій, де ведуться активні бойові дії) – показало свою дієвість в умовах правового режиму воєнного стану, коли заклади вищої освіти з тимчасово окупованих територій були переміщені в області, де не велися активні бойові дії. Це дало змогу не тільки зберегти професорсько-викладацький та адміністративний персонал, але й продовжити навчальний та науково-дослідний процеси, провести вступну кампанію та розпочати новий навчальний рік, використовуючи матеріально-технічну базу ЗВО, що розміщені на мирних територіях. Фактично, ми маємо такий собі симбіоз релокації та академічної чи наукової мобільності;
- можливість міжнародної академічної мобільності для викладачів і студентів у провідних університетах Європи – є розширенням попередньої можливості на закордонні країни та іноземні університети. І дасть змогу викладачам та студентам не тільки пройти стажування чи отримати освіту в кращих університетах Європи, Азії чи обох Америк, а й дозволить «просякнутися духом» передового краю науки та освіти. Крім того, під час воєнної агресії можливість академічної мобільності дає змогу перебувати в безпечних місцях, подаль від театру воєнних дій;
- кооперація між українськими та закордонними ЗВО – така собі «академічна мобільність», але для науковців. Ця можливість дуже цінується в науково-академічному середовищі, адже дозволяє зараз провести дослідження

на такій апаратурі, яка раніше була майже недосяжна для наших дослідників. Дуже багато закордонних вишів запустили у себе програми продовження досліджень, які українські дослідники розпочали у себе в освітніх або наукових установах, проте не змогли закінчити через евакуацію чи руйнування їхніх «альма матер». За допомогою таких програм наші науковці можуть завершити свої дослідження на новому обладнанні самостійно або увійти до складу наукових колаборацій і представити своє дослідження як частину результату роботи великого (міжнародного) проєкту, що може включати в себе тисячі дослідників з усіх країн світу;

– інтенсивне впровадження інформаційних технологій в освітній процес та підвищення професіоналізму викладачів – це спричинене неможливістю проведення занять в університетських аудиторіях фізично (офлайн) та переходом на викладання і навчання онлайн з використанням засобів сучасних інформаційно-комунікаційних технологій. Підвищення професійності викладачів обумовлено як попередньою можливістю, так і можливістю ознайомитися та навчитися застосовувати такі засоби інтерактивного навчання, як, наприклад, Mentimeter чи Mural. Вони, своєю чергою, дуже добре сприймаються молодіжною аудиторією, адже дають можливість в інтерактивній формі пройти опитування і тут же отримати результат або попрацювати командою і тут же побачити результати своєї спільної роботи, показати її іншим командам та отримати конструктивні зауваження та пропозиції. Крім того, якщо раніше для прослуховування якогось цікавого курсу необхідно було переїжджати на навчання в інше місто чи іншу країну, то сьогодні це можна зробити набагато швидше і набагато дешевше – просто використавши один з популярних месенджерів чи систем онлайн-конференцій;

– застосування технології гнучкого навчання – ця можливість є одним із наслідків перших двох, адже і мобільність, і онлайн навчання, і використання інтерактивних методів дозволяють гнучко планувати свою навчальну траєкторію, обирати ті курси і ті заклади вищої освіти чи заклади неформальної освіти, що дають знання і вміння, потрібні саме зараз і цікаві студентам. Крім того, це має також свої позитивні сторони й для викладачів, адже суттєво розширюють географію та кількісну аудиторію їх студентів;

– впровадження дистанційної форми навчання як повноцінної форми навчання для здобуття вищої освіти за деякими спеціальностями – така можливість є розвитком попередньої, адже є її удосконаленням і переведенням повністю на гнучкі цифрові платформи. Це дає змогу студентам вільно обирати де і як вчитися, проте ставить певні проблеми як перед закладами вищої освіти, так і перед національними чи наднаціональними органами, що опікуються регулюванням здобуття фахової вищої чи передвищої освіти. Тому, як і в попередній можливості, слід дуже якісно підходити до розробки та імплементації процедур зарахування балів (кредитів) за навчання, отриманих в різних ЗВО чи в закладах неформальної освіти, а також до визнання формальних дипломів (посвідчень, сертифікатів тощо), що будуть вказувати на рівень здобутої кваліфікації та твою спеціальність;

– впровадження моделі «освіта впродовж життя» з дуальними можливостями дозволяє студентам одночасно навчатися та працювати (отримання теоретичних знань та застосування їх в своїй професійній діяльності), а для викладачів – працювати в освітній та іншій сферах (отримувати практичні знання в тій чи іншій сфері свого освітньо-професійного спрямування та передавати набутий досвід (як теоретичний, так і практичний) студентам). При цьому така освіта буде постійно актуальною і направленою на розширення можливих горизонтів залучення осіб до роботи у певних професійних сферах;

Крім того, на нашу думку, необхідно проводити постійні опитування серед студентів закладів вищої та фахової передвищої освіти щодо тих основних напрямків удосконалення діяльності цих закладів як в умовах воєнного стану, так і у післявоєнний період.

На нашу думку цих здобувачів освіти можна запитати про те, що вони вважають основними завданнями ЗВФПВО. Наприклад, серед основних завдань можуть бути такі:

– надавати знання та вміння, необхідні на ринку праці, та готувати до конкуренції на цьому ринку, з врахуванням особливостей його різних сегментів – локального, регіонального, державного чи міжнародного);

– надавати можливість широким прошаркам суспільства навчатися за концепцією «longlife learning» – «навчання впродовж життя», метою якого стане теж забезпечення достатнього рівня знань та вмінь на конкурентному ринку праці;

– готувати студентів до дорослого життя, полегшувати їх інтеграцію в суспільство через залучення до різних форм громадянської активності;

– виховувати загальну культуру, розвивати самостійність та підприємливість;

– сприяти розвитку особистості, створювати умови для формування інтелектуальної еліти суспільства.

Проведення такого опитування дасть змогу не тільки оцінити очікування здобувачів від навчання у вишах, але й наперед спланувати концепції навчання у ЗВФПВО, сформувати та внести відповідні зміни в освітні стандарти, підготувати викладачів до проведення навчання відповідно до нових концепцій.

І якщо попередні завдання відносяться більше до змістовно-методологічного забезпечення, то необхідно паралельно проводити модернізацію закладів вищої та фахової передвищої освіти у сфері функціонально-технологічного забезпечення. Сюди можна віднести:

– забезпечення оновлення обладнання ЗВФПВО (комп'ютери, обладнання для експериментів, проєктно-конструкторської та дослідно роботи тощо);

- створення умов для комфортного проживання в освітніх кампусах (невелика відстань від місця проживання до навчальних корпусів, затишні будівлі, домашня атмосфера тощо);
- наявність умов для особистісного та спортивного розвитку (гуртки, секції, багатство культурно-спортивних подій тощо);

Крім того, не можна відкидати нагальну необхідність у запровадженні сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та відповідного програмно-апаратного та організаційно-технологічного забезпечення, що включає в себе:

- наявність технічних засобів, сучасних гаджетів, можливості працювати з ними в навчальному процесі;
- наявність доступу до швидкісного інтернету не тільки в будівлях університетського кампусу, але у на всій території, що знаходиться в управлінні ЗВФПВО;
- використання спеціалізованих платформ та тренажерів, особливо у сфері підготовки фахівців медичного, ветеринарного, морського та інших профілів;
- застосування різноманітних програмних інструментів під час проведення занять;
- можливість автоматизованого зарахування знань та вмінь, отриманих в межах неформальної, інформальної та інклюзивної освіти, як результатів формальної освіти, для чого можна застосовувати кросплатформені шлюзи та інтеграцію;

Це дасть змогу підвищити доступність викладання та доступність сприйняття навчального матеріалу, підвищить компетенції здобувачів навіть за умов дистанційної освіти, дасть можливість використовувати надбання дуальної освіти.

Проте, звичайно, більшість із запропонованих заходів потребують суттєвого підвищення рівня фінансування закладів вищої та фахової передвищої освіти, що в умовах уведення у дію та продовження правового режиму воєнного стану з відповідним спрямуванням коштів на оборону, може стати невід'ємним тягарем для державного та місцевого бюджетів.

Так, наприклад, Кабінет Міністрів України ухвалив рішення про залучення гранту на бюджетну підтримку від Цільового фонду багатьох донорів у розмірі \$4,5 млрд. Цей грант надано США та буде направлено до Цільового фонду багатьох донорів як третє додаткове фінансування для проекту «Підтримка державних видатків для забезпечення стійкого державного управління в Україні». Залучені грантові буде спрямовано на забезпечення пенсійних виплат та окремих програм державної соціальної допомоги, таких як оплата житлово-комунальних послуг, підтримка малозабезпечених сімей, дітей-інвалідів та інвалідів з дитинства, ВПО, а також на оплату медичних послуг за програмою медичних гарантій тощо.

Як бачимо, видатків на фінансування вищої та фахової передвищої освіти цим грантом не передбачено. У цьому зв'язку головним є те, щоб вчасно виявляти загрози та виробити механізм для послаблення їх впливу, а кожну можливість якнайповніше й своєчасно реалізувати. Очевидно, що всі наведені моменти мають бути врахованими в операційних планах реалізації Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки [12].

Як зазначають Добрянська О. М. і Соколова Е. Т., за нових умов має відбуватися синергія запитів суспільства, підтримка бізнес-організацій та реакція держави для розуміння нових реалій, зростання конкурентоспроможності освітньої сфери. Наразі ми спостерігаємо, що наперекір жорстокій агресії, яку сьогодні також відчувають і ЗВО, здатні здійснювати освітній процес, водночас ухвалення більш важливих рішень, оперативного реагування на життєво важливі виклики, створення робочих груп та індивідуалізованих підходів щодо дальшого розвитку залишаються відкритими для обговорення [2].

### Висновки

Першочергової уваги потребують проблемні питання в галузі вищої освіти, спричинені війною, зокрема відновлення й розвиток інфраструктури закладів фахової передвищої та вищої освіти, що зазнали руйнувань і пошкоджень унаслідок збройної агресії Російської Федерації; відновлення кадрового потенціалу закладів освіти через значний відтік конкурентоспроможних педагогічних та науково-педагогічних працівників за кордон або в інші регіони країни, втрату зв'язку зі своїми закладами освіти; функціонування системи освіти в умовах обмеженого фінансування через зменшення обсягів бюджетних видатків у зв'язку з руйнацією економіки. Найбільшим викликом у новому, 2022/2023 навчальному році для системи освіти є створення безпечних умов усім учасникам освітнього процесу.

Досягнення окреслених цілей передбачає виконання низки конкретних завдань щодо забезпечення фінансової автономії ЗВО, їх інтеграції до світового освітньо-наукового простору, оснащення навчальних і науково-дослідних лабораторій сучасним обладнанням, забезпечення гармонізації структури вищої освіти України відповідно до зобов'язань країн-членів Європейського Союзу вищої освіти, посилення зв'язків освіти з наукою й бізнесом, розширення освітніх послуг у сфері освіти дорослих, посилення інноваційної діяльності. Маємо створити підґрунтя для дальшого розвитку фахової передвищої та вищої освіти. Надання Україні Європейською Радою статусу країни-кандидата на вступ до ЄС передбачає в короткостроковій перспективі всеохопну трансформацію всіх сфер суспільного життя. Це стосується й системи освіти загалом, і фахової передвищої, вищої освіти зокрема. Означені

та інші актуальні питання потребують комплексного вирішення й не можуть бути відтермінованими. Тож констатуємо, що система освіти загалом, а особливо сфера вищої та фахової передвищої освіти, перебуває в полі виняткової відповідальності за збереження живучості нашої країни й забезпечення її дальшого інноваційного розвитку.

### Список використаної літератури

1. Вітренко, Андрій. Вища та фахова передвища освіта в умовах воєнного стану. Освіта України в умовах воєнного стану. Інформаційно-аналітичний збірник. Інститут освітньої аналітики, 2022. С. 161-162. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/serpneva-konferencia/2022/Mizhn.serpn.ped.nauk-prakt.konferentsiya/Inform-analitic.zbirn-Osvita.Ukrayiny>
2. Добрянська О. М., Соколова Е. Т. Публічне управління в умовах війни: виклики системи вищої освіти України. Публічне управління та адміністрування в умовах війни і в поствоєнний період в Україні: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. у трьох томах, м. Київ, ДЗВО «Університет менеджменту освіти» НАПН України, 15-28 квітня 2022 р.; ред. колегія : І. О. Дегтярьова, В. С. Куйбіда, П. М. Петровський та ін., уклад. Т. О. Мельник. Т. 2. К. : ДЗВО «УМО» НАПН України, 2022. С. 205-206.
3. Іщенко А., Карпенко М. Українська система вищої освіти в умовах воєнної агресії РФ: проблеми й перспективи. 01.06.2022. Сайт Національного Інституту стратегічних досліджень. URL: <https://niss.gov.ua/news/statti/ukrayinska-systema-vyshchoyi-osvity-v-umovakh-voennoyi-ahresiyi-rf-problemy-y>
4. Освіта України в умовах воєнного стану. Інформаційно-аналітичний збірник. Інститут освітньої аналітики, 2022. 358 с. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/serpneva-konferencia/2022/Mizhn.serpn.ped.nauk-prakt.konferentsiya/Inform-analitic.zbirn-Osvita.Ukrayiny>
5. Освіта України в умовах воєнного стану. Інноваційна та проєктна діяльність: Науково-методичний збірник / за загальною ред. С. М. Шкарлета. Київ-Чернівці «Букрек». 2022. 140 с.
6. Порядок прийому на навчання для здобуття вищої освіти в 2022 році: затв. наказом Міністерства освіти і науки України від 27 квітня 2022 року № 392. URL: [https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/vstup-2022/05.05.2022/Poryadok\\_pryyomu.VO.392-400.05.05.2022.pdf](https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/vstup-2022/05.05.2022/Poryadok_pryyomu.VO.392-400.05.05.2022.pdf)
7. Про введення воєнного стану в Україні : Указ Президента України від 24 лютого 2022 року № 64/2022. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/642022-41397>
8. Про державне замовлення на підготовку фахівців, наукових, науково-педагогічних та робітничих кадрів, на підвищення кваліфікації та перепідготовку кадрів у 2022 році : постанова Кабінету Міністрів України від 07 липня 2022 року № 767. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-derzhavne-zamovlennia-na-pidhotovkufakhivtsiv-naukovykh-naukovo-pedahohichnykh-ta-robotnychykh-kadriv-napidvyshchennia-kvalifikatsii-ta-perepidhotovku-kadriv-u-2022-rotsi-769-070722>
9. Про деякі питання організації роботи закладів фахової передвищої, вищої освіти на час воєнного стану: наказ Міністерства освіти і науки України від 07 березня 2022 року № 235. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0235729-22#Text>
10. Про початок навчального року під час дії правового режиму воєнного стану в Україні: постанова Кабінету Міністрів України від 24 червня 2022 року № 711. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-rochatok-navchalnogo-roku-pid-chas-diyipravovogo-rezhimu-voennogo-stanu-v-ukrayini-i240622-711>
11. Про правовий режим воєнного стану: Закон України від 12 травня 2015 року № 389-VIII (зі змінами та доповненнями). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-19#Text>
12. Про схвалення Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки : розпорядження Кабінету Міністрів України від 23 лютого 2022 року № 286-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-strategiyi-rozvitku-vishchoyi-osviti-vukrayini-na-20222032-roki-286->
13. Тарасенко О., Тарасенко І. Фінансування вищої освіти в повоєнний період: проблеми та напрямки вирішення. С. 86-88. URL: [https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/20230/1/PIONBUG\\_2022\\_P086-088.pdf](https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/20230/1/PIONBUG_2022_P086-088.pdf)
14. Шевчук І. Б., Шевчук А. В. Освітня аналітика кризь призму війни: виклики та можливості для вищої школи України. Економіка та суспільство. Випуск № 39, 2022. URL: <file:///C:/Users/User/Downloads/1420-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-1365-1-10-20220708.pdf>
15. Офіційний сайт Міністерства освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua>

### References

1. Vitrenko, Andriy. Vyshcha ta fakhova peredvyshcha osvita v umovakh voyennoho stanu. [Higher and professional pre-higher education under martial law]. Osvita Ukrayiny v umovakh voyennoho stanu. Informatsiyno-analitychnyy zbirnyk. Instytut osvitynoi analityky [Education of Ukraine under martial law. Informational and analytical collection. Institute of Educational Analytics], 2022. P. 161-162. Available at: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/serpneva-konferencia/2022/Mizhn.serpn.ped.nauk-prakt.konferentsiya/Inform-analitic.zbirn-Osvita.Ukrayiny> (Accessed 30 October 2022)

2. Dobryanska O. M., Sokolova E. T. Publichne upravlinnya v umovakh viyny: vyklyky systemy vyshchoyi osvity Ukrainy. [Public administration in war conditions: challenges of the higher education system of Ukraine]. Publichne upravlinnya ta administruvannya v umovakh viyny i v postvoyenny period v Ukraini [Public management and administration in the conditions of war and in the post-war period in Ukraine]: materials of Vseukr. science and practice conf. in three volumes, Kyiv, DZVO "University of Education Management" National Academy of Sciences of Ukraine, April 15-28, 2022; ed. collegium: I. O. Degtyarova, V. S. Kuybida, P. M. Petrovsky and others, comp. T. O. Melnyk. Vip. 2. K.: DZVO "UMO" of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2022. P. 205-206.
3. Ishchenko A., Karpenko M. Ukrainy'ska systema vyshchoyi osvity v umovakh voyennoyi ahresiyyi RF: problemy y perspektyvy [The Ukrainian system of higher education in the conditions of military aggression of the Russian Federation: problems and prospects]. 01.06.2022. Website of the National Institute of Strategic Studies. Available at: <https://niss.gov.ua/news/statti/ukrayinska-systema-vyshchoyi-osvity-v-umovakh-voyennoyi-ahresiyyi-rf-problemy-y> (Accessed 30 October 2022)
4. Osvita Ukrainy v umovakh voyennoho stanu. Informatsiyno-analitychnyy zbirnyk. Instytut osvityanoi analityky, 2022 [Education of Ukraine under martial law. Informational and analytical collection. Institute of Educational Analytics], 2022. 358 p. Available at: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/serpneva-konferencia/2022/Mizhn.serpn.ped.nauk-prakt.konferentsiya/Inform-analitic.zbirn-Osvita.Ukrainy> (Accessed 30 October 2022)
5. Osvita Ukrainy v umovakh voyennoho stanu. Innovatsiyna ta proyektna diyal'nist' [Education of Ukraine under martial law. Innovative and project activity: Scientific and methodological collection] / general editor. S. M. Scarleta. Kyiv-Chernivtsi "Bukrek". 2022. 140 p.
6. Poryadok pryomu na navchannya dlya zdobuttya vyshchoyi osvity v 2022 rotsi [Procedure for admission to higher education in 2022]: approved. by Order No. 392 of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated April 27, 2022. Available at: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/vstup-2022/05.05.2022/Poryadok.pryomu.VO.392-400.05.05.2022.pdf>. (Accessed 30 October 2022)
7. Pro vvedennya voyennoho stanu v Ukraini [On the introduction of martial law in Ukraine]: Decree of the President of Ukraine dated February 24, 2022 Vip. 64/2022. Available at: <https://www.president.gov.ua/documents/642022-41397>. (Accessed 31 October 2022)
8. Pro derzhavne zamovlennya na pidhotovku fakhivtsiv, naukovykh, naukovo-pedahohichnykh ta robitnychykh kadriv, na pidvyshchennya kvalifikatsiyi ta perepidhotovku kadriv u 2022 rotsi On the state order for the training of specialists, scientific, pedagogical and labor personnel, for advanced training and retraining of personnel in 2022]: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated July 7, 2022 Vip. 767. Available at: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-derzhavne-zamovlennya-na-pidhotovkufakhivtsiv-naukovykh-naukovo-pedahohichnykh-ta-robitnychykh-kadriv-napidvyshchennya-kvalifikatsii-ta-perepidhotovku-kadriv-u-2022-rotsi-769-070722> (Accessed 31 October 2022)
9. Pro deyaki pytannya orhanizatsiyi roboty zakladiv fakhovoyi peredvyshchoyi, vyshchoyi osvity na chas voyennoho stanu [On some issues of organizing the work of professional pre-university and higher education institutions during martial law]: order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated March 7, 2022 Vip. 235. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0235729-22#Text>. 194 (Accessed 31 October 2022)
10. Pro pochatok navchal'noho roku pid chas diyi pravovoho rezhymu voyennoho stanu v Ukraini [On the beginning of the academic year during the legal regime of martial law in Ukraine]: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated June 24, 2022 Vip. 711. Available at: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-pochatok-navchal'nogo-roku-pid-chas-diyipravovogo-rezhimu-voyennogo-stanu-v-ukrayini-i240622-711> (Accessed 31 October 2022)
11. Pro pravovyy rezhym voyennoho stanu [On the legal regime of martial law]: Law of Ukraine dated May 12, 2015 Vip. 389-VIII (as amended). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-19#Text>. (Accessed 31 October 2022)
12. Pro skhvalennya Stratehiyi rozvytku vyshchoyi osvity v Ukraini na 2022–2032 roky [On the approval of the Strategy for the Development of Higher Education in Ukraine for 2022–2032]: Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated February 23, 2022 Vip. 286. Available at: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-strategiyi-rozvitku-vishchoyi-osviti-vukrayini-na-20222032-roki-286->. (Accessed 31 October 2022)
13. Tarasenko O., Tarasenko I. Finansuvannya vyshchoyi osvity v povoyennomu periodi: problemy ta napryamky vyrishennya [Financing of higher education in the post-war period: problems and solutions]. P. 86-88. Available at: [https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/20230/1/PIONBUG\\_2022\\_P086-088.pdf](https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/20230/1/PIONBUG_2022_P086-088.pdf) (Accessed 31 October 2022)
14. Shevchuk I. B., Shevchuk A. V. Osvitnya analityka kriz' pryzmu viyny: vyklyky ta mozhlyvosti dlya vyshchoyi shkoly Ukrainy. [Educational analytics through the prism of war: challenges and opportunities for higher education in Ukraine]. Ekonomika ta suspil'stvo [Economy and society]. Issue Vip. 39, 2022. Available at: <file:///C:/Users/User/Downloads/1420-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-1365-1-10-20220708.pdf> (Accessed 31 October 2022)
15. Ofitsiynyy sayt Ministerstva osvity i nauky Ukrainy [The official website of the Ministry of Education and Science of Ukraine]. Available at: <https://mon.gov.ua> (Accessed 31 October 2022)



О. В. ПРОНІНА

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0002-4894-1825

М. П. БЕГАН

Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-2471-9100

## ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ ЯК СКЛАДОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

В Україні з кожним роком все більше починають приділяти уваги проблемам земельних відносин, невід'ємною важливою складовою яких є сільськогосподарське та природоохоронне землекористування. Адже ефективне використання земель забезпечить безпеку та незалежність країни й загалом – суспільний добробут. В статті розглядаються проблемні питання землекористування, на які вплинули військові дії з боку країни агресора Росії спочатку у 2014 році і зараз. Оскільки специфічність використання земельних ресурсів полягає в тому, що вона відіграє роль – території країни, головної державоутворюючої складової (національна безпека); всезагального просторового базису, що постійно підтримується за рахунок певного співвідношення категорій земель і типів землекористування (просторова); головного засобу виробництва в сільському і лісовому господарстві (продовольча); основного компонента природи (екологічна); джерело водних, мінеральних, лісових, рекреаційних та інших ресурсів (економічна безпека). Саме тому, у дослідженні авторами проаналізовано основні негативні чинники, які безпосередньо впливають на розвиток земельних відносин в Україні особливо у часи військового стану, про вплив на продовольчу безпеку взагалі.

У статті розглядаються можливі наслідки після деокупації тимчасово окупованих земель Донецької, Луганської, Херсонської та АР Крим. Також проаналізовано вплив агрохолдингів на продовольчу безпеку та вплив іноземних компаній, в тому числі російських підприємств та їх подальше існування після закінчення бойових дій. Установлюється, що для досягнення мети в даному контексті для України першочерговим стратегічним завданням державної політики національної безпеки є відновлення територіальної цілісності країни та сукупності демократичних інститутів на усій її території, збереження та відновлення до подальшого використання земельних ресурсів, консолідація української політичної нації, єдності усіх громадян України та усіх регіонів України, реінтеграція тимчасово окупованих територій після їх звільнення.

**Ключові слова:** національна безпека, земельні ресурси, землі сільськогосподарського призначення, військова агресія, агрохолдинги, продовольча безпека.

O. V. PRONINA

Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0002-4894-1825

M. P. BEHAN

Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0003-2471-9100

## CONSERVATION OF LAND RESOURCES AS A COMPONENT OF NATIONAL SECURITY OF UKRAINE

In Ukraine, every year more and more attention is being paid to the problems of land relations, an integral and important component of which is agricultural and nature conservation land use. After all, the effective use of land will ensure the security and independence of the country and, in general, public welfare. The article examines the problematic issues of land use, which were affected by the military actions of the aggressor country Russia, first in 2014 and now. Since the specificity of the use of land resources lies in the fact that it plays the role of the territory of the country, the main state-forming component (national security); universal spatial basis, which is constantly supported due to a certain ratio of land categories and types of land use (spatial); the main means of production in agriculture and forestry (food); the main component of nature (ecological); source of water, mineral, forest, recreational and other resources (economic security). That is why, in the study, the authors analyzed the main negative factors that directly affect the development of land relations in Ukraine, especially during the times of martial law, about the impact on food security in general. The article considers the possible consequences after the de-occupation of the temporarily occupied lands of Donetsk, Luhansk, Kherson and AR Crimea. The influence of agricultural holdings on food security and the influence of foreign companies, including Russian enterprises, and their continued existence after the end of hostilities are also analyzed. It is established that in order to achieve the goal in this context for Ukraine, the primary strategic task of the state policy of national security is the restoration of the territorial integrity of the country and the set of democratic institutions throughout its territory, the preservation and restoration of land resources for further use, the consolidation of the Ukrainian political nation, the unity of all citizens of Ukraine and all regions of Ukraine, reintegration of temporarily occupied territories after their liberation.

**Key words:** national security, land resources, agricultural lands, military aggression, agricultural holdings, food security.

### Постановка проблеми

З урахуванням зростаючих сьогоденних загроз з боку Росії у всьому світі постають нові виклики міжнародній безпеці у сировинній, енергетичній, фінансовій, інформаційній, екологічній, продовольчій та інших сферах. Міжнародний тероризм, загрози через поширення зброї масового ураження, незаконна анексія частини території України починаючи з 2014 року, конфлікти і кількість країн, які втягнуті в міжнародні конфлікти стають все більш інтенсивними, зачіпають все нові геополітичні регіони і держави. Водночас усе більш актуальними стають внутрішні виклики національній безпеці України. Насамперед це стосується наявності проблеми захоплення Росією частини території України, населених пунктів та земель сільськогосподарського призначення. У таких умовах проблема національної безпеки постає як надзвичайно актуальна, першочергова, що потребує свого державного і міжнародного вирішення. Ці питання, на наше глибоке переконання, потребують дальшого вивчення як на державному, так і на міжнародному рівні.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Більшість науковців розглядали продовольчу безпеку як складову забезпечення національної безпеки, не враховуючи той факт, що виробництво та реалізація продовольства можлива тільки при успішному та безпечному веденні сільського господарства у будь-якій країні. І проблема була більш важлива в тому, що у великій мірі результат вирощеної продукції та її якості були залежні від кліматичних умов. Ця проблема певною мірою розглядається різними галузями науки. Здебільшого ці дослідження (В. Бакуменка, В. Боклаг, А. Дегтяра, М. Латиніна, Т. Лозинської, А. Мерзляк, А. Л. Помаза-Пономаренко, Т. Титаренко та інших учених) присвячені певним проблемам формування державної політики використання та збереження земельних ресурсів України. Проте, враховуючи сьогоденну складну ситуацію в Україні та світі окремого системного розгляду потребують особливості функціонування та розвитку державної земельної політики як складової безпекової діяльності держави.

### Формулювання мети дослідження

Метою статті є комплексне дослідження використання та збереження земельних ресурсів, в першу чергу сільськогосподарського призначення, а також відновлення земельних ресурсів країни в період військової агресії Росії як складової національної безпеки України.

### Викладення основного матеріалу

Територія нашої держави відзначається значною багатоманітністю природних умов: від поліських ландшафтів – до південних степів; від неповторних Карпатських гір – до сонячного південного узбережжя Криму. Але земля завжди була, є і буде обмеженим ресурсом. Дбаючи про успішне майбутнє країни і її сталий розвиток, держава має проводити розумну та збалансовану політику щодо регулювання ринкових земельних відносин, забезпечувати ефективний перерозподіл земель як основного національного багатства, забезпечувати їх раціональне використання і охорону. Унікальний земельно-ресурсний потенціал України обумовлює її особливе місце серед інших європейських країн.

Соціальне та економічне благополуччя людини нерозривно пов'язано з земельними ресурсами, які відносяться до основного засобу виробництва у сільськогосподарському господарстві. Головне призначення цієї галузі економіки полягає у забезпеченні населення якісними продуктами харчування у достатній кількості, що, у свою чергу, формує продовольчу безпеку будь-якої країни та світу взагалі. Іноді сфера земельних відносин сприймається політичною елітою у престижно-популярних тонах, але значимість впливу їх на національну безпеку держави чомусь недооцінюється. Право власності на землю гарантується Конституцією. Головним обов'язком держави є забезпечення можливостей реалізації цього права, а також його захисту.

Військовий конфлікт у 2014 році став початком порушення прав землекористувачів та землевласників Донецької, Луганської областей та АР Крим. Можна зазначити, що російська агресія – анексія Криму та війна на сході України – призвела до глибоких змін у двосторонніх відносинах між державами:

- 1) зруйновано договірно-правову базу Києва і Москви;
- 2) знищено інституційні механізми міждержавних відносин;
- 3) унеможливлено контакти на вищому рівні, політико-дипломатичні відносини мають конфронтаційний характер;
- 4) Україна зазнала колосальних людських, територіальних та економічних втрат;
- 5) відбулося безпрецедентне згорання економічної співпраці;
- 6) виникло глибоке відчуження між народами України та Росії [5].

На нашу думку, а також багатьох науковців і політиків, прелюдією військового конфлікту в Криму стало підписання угод про продовження терміну оренди бази російського Чорноморського флоту в АР Крим в обмін на умовний перегляд угод про ціну постачання газу в Україну. 21 квітня 2010 р. у Харкові президент України В. Янукович і президент Російської Федерації Д. Медведєв підписали Угоду про продовження перебування російського Чорноморського флоту в Криму. Сторони подовжували дію Угоди між Україною і Російською Федерацією про статус та умови перебування Чорноморського флоту Російської Федерації на території України від 28 травня 1997 р., Угоди між Україною і Російською Федерацією про параметри поділу Чорноморського флоту від 28 травня

1997 р. і Угоди між Урядом України та Урядом Російської Федерації про взаємні розрахунки, пов'язані з розподілом Чорноморського флоту та перебуванням Чорноморського флоту Російської Федерації на території України від 28 травня 1997 р. на двадцять п'ять років з автоматичним подовженням на наступні п'ятирічні періоди, якщо жодна зі Сторін не повідомить письмово іншу Сторону про припинення їх дії не пізніше, ніж за один рік до завершення терміну дії (ст. 1).

Орендна плата за перебування Чорноморського флоту РФ на території України починаючи з 28 травня 2017 р. мала складатися з платежів Російської Федерації Україні в розмірі 100 млн дол. США на рік, а також з додаткових коштів, які отримувалися б за рахунок зниження з дати набрання чинності цією Угодою ціни в розмірі до 100 доларів США від встановленої чинним контрактом між НАК «Нафтогаз» України і ВАТ «Газпром», на кожну тисячу кубометрів газу, що постачався б в Україну, виходячи з пільгового погодженого обсягу поставок, передбаченого згаданим контрактом, за такою формулою: при ціні 333 долари США і вище за 1000 куб. газу зниження складало би 100 доларів США, при ціні нижче за 333 долари США зниження мало б скласти 30% від такої ціни. Ці додаткові кошти підлягали б обліку за підсумками кожного календарного року, протягом якого застосовувалися б зазначені зниження, зростаючим підсумком і визнавалося б як зобов'язання України, що погашалися б шляхом виконання положень статті 1 цієї Угоди.

У відносинах України і Росії виникла нова політико-ідеологічна реальність. Відтак стало зрозуміло, що потрібна нова оцінка та перегляд природи, ідеології і загалом інституційної системи відносин з РФ у ключових сферах (політика, безпека, економіка, енергетика, гуманітарна сфера тощо), з урахуванням того, що головною загрозою українській державності є нинішній правлячий режим РФ [1].

Наслідками збройного конфлікту на сході України, окрім людських втрат, стала значна шкода екологічним системам та природним ресурсам, в тому числі земельним ділянкам сільськогосподарського призначення. Ця шкода була завдана у результаті порушення міжнародних принципів та національного законодавства. Велика кількість земель не обробляється та знаходиться замінованою. Екологічна ситуація Донбасу, тривалий час перебуваючи у кризовому стані, в період воєнних дій набула ознак екологічної катастрофи.

Ще у 2015 р. еколог Катерина Норенко наголошувала, що за приблизними підрахунками кожна п'ята шахта на території АТО була підтоплена. Найбільшою загрозою, на її думку, є повне затоплення шахт, оскільки мінерали з гірських порід потраплятимуть з шахтних вод у ґрунтові, а потім – у поверхневі, через що на поверхні може утворитися токсичне високомінералізоване озеро. Всі ці мінерали потрапляють у ґрунт сільськогосподарських угідь, тим самим вносячи токсичні речовини в неї і роблячі ці землі непридатними для вирощування продукції.

Але це стало лише початком великої війни між двома державами. Україна до останнього намагалась врегулювати тимчасову анексію частини території держави дипломатичним шляхом, але Росія визначила по іншому. Військові дії, що розпочались 24 лютого цього року, продовжуються і досі. І хоча зрозуміло, що поразка Росії вже очевидна, військові дії продовжуються. Україна відстоює національні інтереси українського народу, які визначаються як «життєво важливі матеріальні, інтелектуальні і духовні цінності українського народу як носія суверенітету і єдиного джерела влади в Україні, визначальні потреби суспільства і держави, реалізація яких гарантує державний суверенітет України та її прогресивний розвиток» [4].

Як зазначає А.Б. Качинський [3], оскільки система забезпечення національної безпеки відображає дієвість механізмів управління загрозами або небезпеками у різних сферах діяльності українського суспільства, тому, на нашу думку, механізм національної безпеки країни повинен включати правові, організаційно-технічні та економічні методи забезпечення безпеки.

Необхідним є також формування концептуально нової моделі співіснування з путінською Росією, яка б відбивала нинішні реалії і перспективи двосторонніх відносин і враховувала позиції західних країн-партнерів і міжнародних організацій. Національна безпека, як відомо, функціонує через систему різноманітних відносин між особою та суспільством, між громадянином і державою, між суспільством і державою, між різними державами. Тому національна безпека – це стан внутрішніх і міждержавних відносин, який визначає ефективність системи державних, правових і суспільних гарантій прав та свобод людини та громадянина, базових цінностей та інтересів суспільства й суверенної держави від внутрішніх і зовнішніх загроз, і функціонує за основними принципами забезпечення національної безпеки: пріоритет прав і свобод людини і громадянина; верховенство права; пріоритет договірних (мирних) засобів у розв'язанні конфліктів; своєчасність та адекватність заходів захисту національних інтересів реальним і потенційним загрозам; чітке розмежування повноважень та взаємодія органів державної влади в забезпеченні національної безпеки; демократичний цивільний контроль над воєнною організацією держави та іншими структурами в системі національної безпеки; використання в інтересах України міждержавних систем та механізмів міжнародної колективної безпеки.

Внаслідок війни пошкоджено майже 5% земельного фонду України, а це понад 2 млн. га. За різними оцінками, прями втрати активів в сільському господарстві України складають \$6 млрд, а загальні втрати – понад \$30 млрд. Як підкреслив міністр аграрної політики та продовольства України Микола Сольський, сьогодні аграрії стикаються з великою кількістю викликів – крім війни, на них тиснуть низькі ціни на зерно, складні погодні умови,

невизначеність щодо завтрашнього дня. Зараз фіксуються обсяг прямих і непрямих руйнувань, які спричинила війна: земельні ділянки, зернотокки, логістична системи, шляхи, морпорти, транспорт-перевізник тощо. В подальшому всі зафіксовані факти руйнувань та зібрані документи можуть використовуватися для відшкодування відповідних збитків як через звернення до міжнародних інстанцій (спеціально створений трибунал, Міжнародний кримінальний суд в Гаазі, Європейський суд з прав людини, інвестиційні арбітражі й ін.), так і через застосування внутрішніх програм та процедур в Україні (зокрема, звернення до суду). Вже зібрано інформацію про 213 пошкоджених об'єктів у 25 територіальних громадах. Переважна більшість з них стосується пошкоджених земельних ділянок. Постраждалих аграріїв закликають долучатися до збору доказової бази про воєнні злочини проти агропідприємств. Найбільша частка втрат - це втрати через знищення та пошкодження с/г техніки. Другою за розміром категорією є втрати через знищення та крадіжки виробленої продукції.

Мінагрополітики розпочало розробку методики визначення шкоди та збитків за втрати земельного фонду, які були завдані Україні внаслідок збройної агресії російської федерації. При розрахунку шкоди та збитків будуть враховуватись витрати на рекультивацию земель; збитки власникам (землекористувачам) земельних ділянок сільськогосподарського призначення; витрати на відновлення меліоративних площ; витрати на розмінування тощо.

Збитки визначатимуться за 15 напрямками:

- 1) людські втрати та пов'язані з ними соціальні витрати;
- 2) економічні втрати, пов'язані з людськими втратами;
- 3) військові втрати;
- 4) втрати, пов'язані з забезпеченням публічної безпеки і порядку, боротьби зі злочинністю, забезпеченням безпеки дорожнього руху;
- 5) втрати житлового фонду і об'єктів житлово-комунального господарства;
- 6) втрати земельного фонду;
- 7) втрати лісового фонду;
- 8) втрати надр;
- 9) втрати акваторії;
- 10) збитки, завдані природно-заповідному фонду;
- 11) втрати інфраструктури транспорту, телекомунікаційної мережі і зв'язку;
- 12) втрати енергетичної інфраструктури;
- 13) втрати культурної спадщини;
- 14) економічні втрати підприємств;
- 15) втрати установ та організацій.

Вже 20% природоохоронних територій України потерпіли від війни, в окупації залишаються 8 заповідників та 10 національних природних парків. Зруйноване докільля і виснаженні агресором природні ресурси – такими лишаються деокуповані території після їх звільнення. По деяким підрахункам, після деокупації Луганської області, на розмінування буде потрібно не менше 10 років. Відомо, що у зоні ризику опинилися 2,9 млн га Смарагдової мережі, території якої є значною частиною природоохоронної мережі Європи і яка охороняється у межах законодавства ЄС та Ради Європи. Також під загрозою знищення перебуває 16 об'єктів, які захищаються Рамарською конвенцією про водно-болотні угіддя, площею майже 600 тис. га. Ці території мають міжнародне значення, як середовища водоплавних птахів. Зазначено, що за вісім місяців повномасштабної війни з росією екології України було завдано збитків на один трильйон гривень (майже 36 млрд євро). Задokumentовано 2 тисячі випадків заподіяння шкоди довкіллю внаслідок війни.

У структурі власності угідь основна кількість земель перебуває у приватній власності, це близько 31 млн га, у державній та комунальній власності перебувають 10,4 млн га. При цьому близько третини землі, 32,7 млн га є під ріллею. Україна характеризується високим ступенем освоєння земельного фонду; на сільськогосподарські угіддя припадає 60% його площі. Характерною рисою структури сільськогосподарських угідь України є загальна висока питома вага розораних земель (80%), а в Кіровоградській, Вінницькій і Тернопільській областях він складає близько 90 %. Основу посівних площ України складають посіви зернових культур (56 %). Вони відіграють провідну роль у всіх областях України, особливо тих, що розташовані у степовій і лісостеповій зонах. За площею сільськогосподарських угідь Україна посідає одне з перших місць у світі. Найбільшу площу посівних земель займають посіви зернових культур, особливо озимої пшениці. Вирощування зернових культур має широтну зональність.

В умовах глобальних проблем людства постає завдання максимально раціонально та ефективно використовувати свій земельно-ресурсний потенціал, зокрема земель сільськогосподарського призначення як основної складової продовольчого забезпечення. Загалом вважається, що українські землі відносяться до одних із найбагатших у Європі, що у поєднанні з помірно континентальним кліматом зумовлює потенційно високий рівень сільськогосподарського виробництва. Так, за даними Постанови Кабінету Міністрів України «Деякі питання удосконалення управління в сфері використання та охорони земель сільськогосподарського призначення державної власності та розпорядження ними» від 7 червня 2017 року № 413 [2].

Безперечно, одними із крупніших гравців сільськогосподарського ринку України є агрохолдинги. Їхню роль важко недооцінити, адже саме агрохолдинги дають левову частку ВВП країни, забезпечують робочими місцями та впливають на ціну продуктів харчування. 40% експорту країни – це сільгосппродукція, яка виробляється агрохолдингами та фермерськими підприємствами. Агрохолдинги України являються вертикально інтегрованими структурами в економічній системі країни. До складу цих підприємств належать два суб'єкти: материнська та дочірня компанії. Зазвичай, на материнську компанію лягають обов'язки по веденню зовнішніх економічних зв'язків, зокрема це закупівля посівного матеріалу, засобів захисту рослин, добрив та с/г техніки. А дочірні підприємства займаються операційним управлінням процесів безпосередньо на місцях.

До агрохолдингів України відносяться підприємства із земельним банком у понад 100 тис. га. Проте останнім часом тенденція змінилася і спостерігається зниження накопичення земельних ресурсів крупними агрокорпораціями. Натомість, значна увага направлена на ефективне вирощування сільськогосподарської продукції. Завдяки поліпшенню та оптимізації виробництва, використанню сучасних технологій, застосуванню агрохімічних добавок – вирощування та реалізація зерна є в разі ефективнішою ніж збільшення посівних площ. Саме тому сьогодні аграрії роблять акцент не на кількості, а на якості. Ще одним фактором оптимізації земельних питань являється управління, адже значно легше керувати територією, що компактно розташована, ніж розділена. Зараз підвищення урожайності, а з нею і прибутку залежить від ефективності діяльності. Отож, агрохолдинги України є одними із основних суб'єктів в економіці нашої держави. Саме від них залежать ціни на продукти харчування, вони є основними експортерами с/г продукції, формують ВВП країни, створюють нові робочі місця та впроваджують інновації у веденні сільського господарства та точного землеробства.

Серед найбільших агрохолдингів України в 100 найбільших входять 10 компаній з іноземним капіталом. По існуючій інформації вони контролюють порядку 3-4 млн. га сільськогосподарських земель України. Серед них більшість це підприємства країни агресора Росії. Можна зазначити, що це становить загальну небезпеку Україні у зв'язку з відкритим ринком земель сільськогосподарського призначення. Ці підприємства можуть намагатись через підставних осіб отримати ці землі у приватну власність. І тому, після закінчення військових дій, треба обов'язково вирішити це питання, щодо недопустимості передачі земель резидентам країни-агресора.

Окреме питання виникає у зв'язку з існуючою інформацією про наявність великої кількості сільськогосподарських земель у колаборантів та членів їх сімей. Наприклад, Група компаній родини Олексія Ковальова налічує 26 компаній, що входять до групи або мають зв'язок з нею. Серед фаворитів групи – сільське господарство. 46% юридичних осіб групи працюють на аграрному ринку. Навіть, незважаючи, що він був знищений, земля в Херсонській області повинна бути конфіскована і у членів його родини.

*Довідка.* Бізнес-інтереси групи сконцентровані на вирощуванні зернових і баштанних культур, овочів, а також розвитку «навколоземельних» бізнесів: надання майна в оренду, оптова торгівля, тощо. Дохід компаній, пов'язаних із родиною Ковальових, становить щонайменше 271 млн грн. Зазначемо, що раніше екснардеп (мандат призупинено) Олексій Ковальов зробив «колабораційний камінгаут» із Херсонщини, яка перебуває у окупації. За матеріалами ДБР щодо нього порушили кримінальне провадження за колабораційну діяльність, а Рух ЧЕСНО включив Ковальова до реєстру державних зрадників. У ролях бенефіціарів, засновників і керівників компаній групи родини народного депутата менеджера або раніше це робили троє родичів, що фігурують у декларації: Наталія Семенівна Ковальова (матір нардепа), Іван Кирилович Ковальов (батько нардепа), Юрій Іванович Ковальов (брат нардепа).

До групи належить або мають з нею ідентифікований діючий або історичний зв'язок 26 компаній, які досі можуть генерувати ризики національної безпеки та ділової співпраці. 7 компаній входять в групу. Це означає, що кінцевими бенефіціарними власниками цих компаній є екснардеп та члени його сім'ї. У 10 компаніях родичі Ковальова є уповноваженими особами. Ще у складі Ковальов чи члени його сім'ї раніше були кінцевими бенефіціарними власниками, засновниками або керівниками. Групу компаній ймовірного колаборанта цілком можна назвати аграрною. 12 юридичних осіб працюють у аграрному секторі та спеціалізуються на вирощуванні зернових і баштанних культур, а також овочів у Херсонській та Миколаївській областях.

У даному контексті для України першочерговим стратегічним завданням державної політики національної безпеки є відновлення територіальної цілісності країни та сукупності демократичних інститутів на усій її території, консолідація української політичної нації, формування єдності усіх громадян України та усіх регіонів України, реінтеграція тимчасово окупованих територій після їх звільнення. Основними типами конфліктів сьогодні є асиметричні та гібридні війни, які відбуваються між сильними та слабкими державами чи недержавними акторами. Збройний конфлікт, який відбувається зараз в Україні, ми можемо охарактеризувати як гібридно-асиметричну війну Російської Федерації проти України. Також можна зазначити, що крім того проти України ведеться також і мережево-центрична війна – війна, що зорієнтована на досягнення інформаційної переваги за допомогою об'єднання військових об'єктів у інформаційну мережу. Окрім суто класичних воєнних методів, Росія в рамках «гібридної війни» чи не вперше масштабно використовувала й концепцію «війни трьох кварталів». Суть даної концепції полягає в тому, що сучасний воїн має бути готовий в одному кварталі вести загальновійськовий бій, у другому – здійснювати поліцейські функції, в третьому – виконувати гуманітарні місії.

Варто враховувати й той факт, що агресія проти України з боку Росії ведеться не лише шляхом прямого збройного втручання, а й має кілька складових сучасних способів експансії. У зв'язку зі зростанням ролі інформаційної складової у збройній боротьбі в умовах глобалізації та появою інформаційного суспільства Україна перебуває також у стані інформаційної війни, коли мета протиборства досягається суто засобами інформаційної боротьби, тим самим, інформація як така у певному напрямі її використання стає своєрідним знаряддям досягнення політичних цілей, інформаційною зброєю. Для вирішення цих завдань у першу чергу необхідно створити ефективну інформаційну політику Української держави, спрямовану на постійну підтримку громадської думки про те, що окуповані території, зокрема АР Крим та Херсонська область, є невід'ємною складовою Української держави, а їх жителі – громадянами України.

У таких умовах проблема національної безпеки постає як надзвичайно актуальна, першочергова, що потребує свого суспільного і державного вирішення. Це, своєю чергою, зумовлює нагальну потребу напрацювання єдиної системи знань про національну безпеку на основі наукової методологічної бази, в тому числі визначення ефективних засобів державного управління сферою національної безпеки України. Насамперед, це стосується визначення та практичної реалізації адміністративно-правових засад публічного адміністрування у сфері національної безпеки України.

#### Висновки

У даному контексті для України першочерговим стратегічним завданням державної політики національної безпеки є відновлення територіальної цілісності країни та сукупності демократичних інститутів на усій її території, збереження та відновлення до подальшого використання земельних ресурсів, консолідація української політичної нації, єдності усіх громадян України та усіх регіонів України, реінтеграція тимчасово окупованих територій після їх звільнення. Об'єктивна дійсність вказує на невтішний висновок – ця війна для України та українського народу є не лише світоглядним протистоянням чи цивілізаційним зіткненням, а також і війною за право бути, боротьбою за існування у повному і вражаючому розумінні цих понять. Початок неоголошеної війни Російської Федерації проти України є неприхованою агресією проти суверенної, незалежної держави і демонстративним порушенням міжнародних норм. Цілком очевидно, що путінська Росія є не лише державою-агресором, а й державою-терористом, яка загрожує європейській та світовій безпеці. Політика національної безпеки в земельній сфері має бути спрямована на подолання загроз у сільськогосподарському виробництві, культури виробництва продукції, підтримка українського виробника, кредитування агропромислових виробництв, науковий підхід щодо впливу держави на національну безпеку у всіх сферах життя, на підтримку умов, спрямованих на зміцнення пропаганди українського виробництва.

#### Список використаної літератури

1. Гай-Нижник П. П. Росія проти України (1990–2016 рр.): від політики шантажу і примусу до війни на поглинання та спроби знищення / Павло Гай-Нижник. – К.: «МП Леся», 2017. – 332 с.
2. Деякі питання удосконалення управління в сфері використання та охорони земель сільськогосподарського призначення державної власності та розпорядження ними: Постанова Кабінету Міністрів України від 7 червня 2017 р. № 413. URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/250068882>.
3. Качинський А.Б. Індикатори національної безпеки: визначення та застосування їх граничних значень: [моногр.] / А.Б. Качинський. – К.: НІСД, 2013. – 101 с.
4. Конституція України від 28.06.1996 № 254к/96-ВР // zakon1.rada.gov.ua.
5. Перспективи українсько-російських відносин (Концептуальні підходи і практичні кроки) // Національна безпека і оборона. – 2015. – № 8–9. – С. 2.
6. Семенченко А.І. Механізм стратегічного управління забезпеченням національної безпеки у кризових та надзвичайних ситуаціях / А.І. Семенченко // Стратегічні пріоритети. – 2017. – № 1 (2). – С. 200–207.

#### References

1. Hai-Nyzhnyk P. P. Rosiia proty Ukrainy (1990–2016 rr.): vid polityky shantazhu i prymusu do viiny na pohlynannia ta sproby znyshchennia / Pavlo Hai-Nyzhnyk. – K.: «MP Lesia», 2017. – 332 s.
2. Deiki pytannia udoskonalennia upravlinnia v sferi vykorystannia ta okhorony zemel silskohospodarskoho pryznachennia derzhavnoi vlasnosti ta rozporiadzhennia nymy: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 7 chervnia 2017 r. № 413. URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/250068882>.
3. Kachynskiy A.B. Indykatory natsionalnoi bezpeky: vyznachennia ta zastosuvannia yikh hranychnykh znachen: [monohr.] / A.B. Kachynskiy. – K.: NISD, 2013. – 101 s.
4. Konstytutsiia Ukrainy vid 28.06.1996 № 254k/96-VR // zakon1.rada.gov.ua.
5. Perspektyvy ukrainsko-rosiiskyykh vidnosyn (Kontseptualni pidkhody i praktychni kroky) // Natsionalna bezpeka i obrona. – 2015. – № 8–9. – S. 2.
6. Semenchenko A.I. Mekhanizm stratehichnoho upravlinnia zabezpechenniam natsionalnoi bezpeky u kryzovykh ta nadzvychainykh sytuatsiakh / A.I. Semenchenko // Stratehichni priorytety. – 2017. – № 1 (2). – S. 200–207.

Т. В. САВЧЕНКО

Одеський національний технологічний університет

ORCID: 0000-0001-7990-1570

## КОН'ЮНКТУРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО РИНКУ ПРОДУКЦІЇ ПТАХІВНИЦТВА

*Як загальноекономічна кон'юнктура, так і товарна кон'юнктура формуються під впливом циклічних закономірностей розвитку економіки. Саме тому при аналізі кон'юнктури значна увага приділяється вивченню циклічних та нециклічних чинників впливу в період фаз підйому та спаду*

*При дослідженні загальноекономічної кон'юнктури вивчають не тільки фактори її утворення, а й форми прояву, ступінь та вектори впливу на окремі галузі, вагомість показників кон'юнктури для різних галузей, загальну кон'юнктуру специфіку. Результати аналізу регіональних ринків повинні в першу чергу надавати характеристику основних його складовим, то об'єктами такого дослідження становляться попит, пропозиція, ціна і конкуренція в межах певного економічного простору.*

*Для проведення якісної оцінки визначаються індикатори, фактори впливу та характерні ознаки кон'юнктури регіонального ринку продукції птахівництва. До ринкових індикаторів відносять: пропозицію товару, споживання товарів, запаси товарів, ціни, прибуток. Фактори, що впливають на стан ринку розподіляють на цінові та нецінові. Характерними ознаками кон'юнктури регіонального ринку продукції птахівництва є: мінливість кон'юнктури і часті коливання; виняткова суперечливість; нерівномірність кон'юнктури; єдність протилежностей; процес відтворення розглядається з врахуванням ринкової ситуації. Реалізація продукції птахівництва відбувається під впливом специфічних ринкових умов: сезонність, певні особливості в оцінюванні якості продукції, різні фінансові та виробничі умови суб'єктів економіки, що займаються вирощуванням птиці. Всі ці особливості спричиняють певні труднощі при виконанні досліджень регіонального ринку продукції птахівництва та обумовлюють формування висновків про стан ринку тільки за умови розгляду показників у динаміці та з врахуванням вектору впливу факторів під час проведення дослідження.*

*Для визначення виду кон'юнктурних відносин на ринку, запропоновано матрицю, побудова якої дозволяє встановити взаємозв'язок між станом кон'юнктури та співвідношенням основних елементів ринку, надати характеристику виду кон'юнктури та на підставі отриманих результатів запропонувати стратегію поведінки на ринку для виробників продукції. Для підприємств рекомендуються в залежності від визначеного сектора матриці чотири види стратегій: стратегія елімінації, стратегія збору урожаю, стратегія вибіркового розвитку, стратегія розвитку.*

**Ключові слова:** загальноекономічна кон'юнктура, кон'юнктура регіонального ринку продукції птахівництва, індикатори ринку, фактори впливу, матриця конкурентних відносин, ринкові стратегії.

T. V. SAVCHENKO

Odesa National University of Technology

ORCID: 0000-0001-7990-1570

## MARKET RESEARCH OF THE REGIONAL MARKET OF POULTRY PRODUCTS

*Both the general economic situation and the commodity situation are formed under the influence of cyclical patterns of economic development. That is why, when analyzing the situation, considerable attention is paid to the study of cyclical and non-cyclical factors of influence during the phases of rise and fall*

*In the study of the general economic situation, not only the factors of its formation are studied, but also the forms of manifestation, the degree and vectors of influence on individual industries, the importance of market indicators for different industries, the general market specifics. The results of the analysis of regional markets should first of all characterize its main components, the objects of such research are demand, supply, price and competition within a certain economic space.*

*To conduct a qualitative assessment, indicators, factors of influence and characteristic features of the regional poultry market are determined. Market indicators include: supply of goods, consumption of goods, stocks of goods, prices, profits. Factors affecting the state of the market are divided into price and non-price. Characteristic features of the regional market of poultry products are: variability of the situation and frequent fluctuations; exceptional inconsistency; unevenness of the situation; unity of opposites; the reproduction process is considered taking into account the market situation. The sale of poultry products is influenced by specific market conditions: seasonality, certain features in assessing product quality, different financial and production conditions of economic entities engaged in poultry farming. All these features cause certain difficulties in the implementation of research on the regional poultry market and determine the formation of conclusions about the state of the market only if the indicators are considered in dynamics and taking into account the vector of influence of factors during the study.*

*To determine the type of market relations in the market, a matrix is proposed, the construction of which allows to establish the relationship between the state of the situation and the ratio of the main elements of the market, to characterize*

the type of situation and, based on the results obtained, to propose a strategy of market behavior for producers. Four types of strategies are recommended for enterprises depending on the defined sector of the matrix: elimination strategy, harvesting strategy, selective development strategy, development strategy.

**Key words:** general economic situation, regional poultry market situation, market indicators, factors of influence, matrix of competitive relations, market strategies.

### Постановка проблеми

Розвиток регіонального ринку продукції птахівництва залежить від загальноекономічної кон'юнктури країни та окремих її регіонів, що тісно переплітаються зі станом кон'юнктури конкретного товарного ринку, який має певні галузеві особливості пов'язані з виробництвом та попитом на продукцію. Виробники, що працюють і реалізують продукцію на регіональному ринку, знаходяться під впливом багатьох швидкозмінних факторів впливу як загальноекономічної кон'юнктури, так і стану конкретного товарного ринку, при цьому вони вимушені вирішувати цілий ряд проблем, які не мають готових рішень та накопичуваного досвіду розв'язку. Тому, формування різних сценаріїв розвитку подій, моделювання поведінки суб'єктів економіки на ринку становиться першочерговою задачею та предметом вивчення.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Вивченням сутності та змісту кон'юнктурних досліджень займалися у своїх працях такі науковці як: Андрусенко Г.О., Андрійчук В.Г., Балабанов Л.В., Божкова В.В., Войчак А. В., Власова В.І., Гаркавенко С.С., Голубкова Е.П., Гладій М.В., Завадський Й.С., Мороз Л.А., Оніщенко В.П., Старостіна А.О., Чухрай Н.І., Саблук П.Т., Шпичак О.М., Худолій Л.М. та ін. У своїх працях досліджували вплив кон'юнктурних факторів на ринок птахівництва в Україні такі вітчизняні вчені як: Б.А. Мельник, Л.Є. Огородник, І.Ф. Ясиновська, В.Г. Андрійчук, Ф.О. Ярошенко, О.В. Олійник, П.Т. Саблук, Р. М. Мініва, В.І. Топіха, Ф.О. Ярошенко, В.Я. Амбросова, В.Я. Месель-Веселяк, М.В. Присяжнюк, Н.Г. Копитець, О.Б. Стефанів, І.О. Щетініна та ін.

### Формулювання мети дослідження

Метою статті є характеристика кон'юнктурних відносин на регіональному ринку продукції птахівництва та формування пакету ринкових стратегій для виробників продукції.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Стан загальноекономічної кон'юнктури формується під впливом характеристик окремих товарних ринків, які в свою чергу представляють собою сукупність регіональних ринків. За рахунок певних специфічних обставин стан окремого регіонального ринку може відрізнитись від загальної ситуації, що склалася на товарному ринку в цілому.

Як загальноекономічна кон'юнктура, так і товарна кон'юнктура формуються під впливом циклічних закономірностей розвитку економіки. Саме тому при аналізі кон'юнктури значна увага приділяється вивченню циклічних та нециклічних чинників впливу в період фаз підйому та спаду

Циклічні і нециклічні фактори чинять одночасний вплив на формування ринкової кон'юнктури, при цьому цей вплив може бути як одно векторний (у такому випадку чинники підсилюють один одного) так і різновекторний (у такому випадку чинники послаблюють один одного).

Також кон'юнктуруотворюючі фактори розподіляються за наступними критеріями: часу, походження, регулярності дії, екзогенності чи ендогенності, передбачуваністю, спрямованістю дії.

При дослідженні загальноекономічної кон'юнктури вивчають не тільки фактори її утворення, а й форми прояву, ступінь та вектори впливу на окремі галузі, вагомість показників кон'юнктури для різних галузей, загальну кон'юнктуру специфіку.

Для характеристики кон'юнктури проводять комплексні дослідження, що передбачають визначення показників за певною системою [1, с. 5]:

- надання кількісного оцінювання змінам, що відбуваються на ринку;
- визначення значимості показників в загальному стану ринку;
- визначення напрямів і тенденцій розвитку кон'юнктури ринку.

Індикатором ринку називають показник, який дозволяє одноосібно або в комбінації з іншими показниками оцінити ситуацію на ринку [2, с. 28]. Комбінація ринкових індикаторів дозволяє надати оцінку ринкової кон'юнктури в цілому та більш обґрунтовано. До статистичних ринкових індикаторів відносять:

- пропозицію товару (обсяг виробництва або обсяг поставки товарів);
- споживання товарів (попит на продукцію, товарообіг);
- запаси товарів ( на кінець та початок періоду, середні запаси);
- ціни (національні, регіональні, локальні);
- прибуток ( валовий прибуток, чистий прибуток, рентабельність).

Якщо ці показники розглядаються у динаміці, або у порівнянні з минулими періодами (темпи росту), вони становляться динамічними ринковими індикаторами.

Не можна зважати на важливість та відображення ринкової ситуації, через неформальні ринкові індикатори до яких відносяться купівельні настрої та інфляційні очікування [2, с. 28]. Ці показники дозволяють заздалегідь



зробити певні припущення та прогнози щодо кон'юнктурних коливань на ринку, демонструючи можливі зміни в поведінці як споживачів так і виробників продукції.

Загальний стан ринку формується під впливом як цінових, так і нецінових факторів. Але основним індикатором, що змінює співвідношення попиту та пропозиції, впливає на їх еластичність, виступає саме ціна на продукцію. На становлення та зміни ціни на продукцію впливає безліч факторів, але у підсумку, і ціна становиться впливом фактором, що регулює ринкові відносини.

В залежності від того, який фактор, є вирішальним для формування ціни на продукцію, і хто її контролює ринкові середовища розподіляють на чотири типи [3, с. 102]:

- ціна контролюється підприємством;
- ціна контролюється групою підприємств;
- ціна контролюється ринком;
- ціна контролюється державою.

Так як майже всі кон'юнктурутворюючі фактори здійснюють прямий або опосередкований вплив на рівень цін на ринку, їх можна також вважати ціноутворюючими.

До нецінових факторів, що здійснюють суттєвий вплив на попит на продукцію птахівництва відносять:

- чисельність споживачів продукції;
- доходи споживачів;
- вплив міграційних процесів на чисельність споживачів;
- стабільність кількості жителів певного регіону в залежності від сезонності;
- ціни, на продукцію, яка може виступати заміниками;

зміна споживчих уподобань (релігійні та життєві переконання: відмова від вживання м'яса на постійній (вегетаріанство) або тимчасовій основі (дотримання постів)

- виникнення суттєвих сумнівів щодо якості та безпеки продукції;
- вплив на кількість споживання продукції птахівництва чинять модні тенденції на національні кухні (на скільки задіяний вид продукції у приготування блюд);
- позитивні або негативні відгуки про продукцію, що поширюються через соціальні мережі (можуть як закликати до вживання в їжу продукції, або навпаки розповсюджуватись інформація на рівні чуток про небезпечність продукції).

На пропозицію продукції птахівництва впливають:

- група факторів, що впливають на собівартість продукції (вартість вигодовування птиці, ціни на енергоресурси, технологія виробництва, рівень заробітної плати);
- очікування зміни ціни;
- умови продажу продукції (можливості для її просування та розподілу);
- ціни на взаємозамінні товари;
- розмір часто підприємств, чия продукція представлена на регіональному ринку;
- кризові явища в світовій економіці (внаслідок глобалізації економіка країни і діяльність підприємств відчувають на себе тиск наслідків світової кризи

Але, виконуючи кон'юнктурні дослідження необхідно враховувати деякі особливості характерні для дослідження загальноекономічної кон'юнктури та кон'юнктури регіонального ринку [4, с. 61]:

- тенденції загальноекономічної кон'юнктури не завжди співпадають з тенденціями кон'юнктури окремого регіонального ринку;
- дослідження регіонального ринку не можна проводити відокремлено від досліджень загальноекономічної ситуації;
- темпи росту загальноекономічної кон'юнктури не завжди співпадає з темпами росту регіонального ринку;
- при здійсненні таких досліджень необхідно дотримуватись принципу безперервності та своєчасного оновлення інформації;
- на формування структури дослідження регіонального товарного ринку впливають товарознавчі характеристики продукції, особливості процесів ціноутворення та споживчого попиту.

Кон'юнктура регіонального ринку продукції птахівництва має ряд характерних особливостей (табл. 1).

Так як дослідження регіональних ринків повинні в першу чергу надавати характеристику основних його складовим, то об'єктами такого дослідження становляться попит, пропозиція, ціна і конкуренція в межах певного економічного простору.

Таблиця 1

## Характерні ознаки кон'юнктури регіонального ринку продукції птахівництва

Ознака	Характеристика ознаки	Ринок продукції птахівництва
Мінливість кон'юнктури і часті коливання	Мінливість і коливання кон'юнктури суттєво відрізняються від виду ринку: можуть бути наслідком зміни поодиноких факторів, або їх сукупністю.	Подорожання продукції птахівництва може викликати збільшення попиту за умови ще більшого подорожання інших видів м'яса, і навпаки зменшення попиту за умови стабільності цін товарів – замінників.
Вияткова суперечливість	Одні й ті самі показники можуть свідчити про різні тенденції та наслідки	Зростання попиту на продукцію птахівництва може свідчити як про підвищення купівельної спроможності населення (збільшення споживання), так і навпаки про зменшення купівельної спроможності населення (доходів родини не вистачає на купівлю інших видів м'яса)
Нерівномірність кон'юнктури	При збереженні напрямку тенденцій розвитку не збігаються темпи зміни показників	Зростання доходів спеціалізованих птахівничих підприємств може відбуватись внаслідок зростання цін на продукцію, при цьому обсяг виробництва продукції може бути незмінним.
Єдність протилежностей	Показники, напрямки динаміки яких мають різні тенденції і причини можуть впливати друг на друга та повністю змінювати напрямки тенденцій.	Внаслідок демократичної кризи скоротились обсяги споживання продукції птахівництва, але завдяки зростанню експорту загальний обсяг виробництва продукції має позитивну динаміку.
Процес відтворення розглядається з врахуванням ринкової ситуації	Не можливо аналізувати кон'юнктуру внутрішнього ринку країни без врахування впливу зовнішніх факторів, необхідно враховувати абсолютно всі фактори: як основні так і другорядні для визначення тенденцій розвитку ринку.	На формування цінових тенденцій на продукцію птахівництва чинить вплив обсяги експорту продукції та ціни реалізації продукції на європейських ринках.

Складено автором на підставі [2, с. 20]

Характеризуючи кон'юнктуру регіонального ринку продукції птахівництва обов'язково необхідно враховувати деякі специфічні ринкові умови за яких реалізується продукція такі як:

- сезонність (суттєві зміни у кількості виробництва яєць в залежності від сезону);
- певні особливості в оцінюванні якості продукції (птиця, яка вирощена у домашніх господарствах та на спеціалізованих птахівничих підприємствах має різні якісні характеристики);
- різні фінансові та виробничі умови суб'єктів економіки, що займаються вирощуванням птиці (найбільші витрати та обмежені ресурси – домашні господарства, краще становище – спеціалізовані птахівничі підприємства, найкращі умови – агрохолдинги, що спрямовані на вертикальну інтеграцію, тому мають ще власні земельні ресурси для вирощування кормів).

Взаємозв'язок між станом кон'юнктури та співвідношенням основних елементів ринку дозволяє побудувати матрицю, що визначає та характеризує види кон'юнктури (табл. 2).

Так як більшість спеціалізованих птахівничих підприємств довели свою спроможність не тільки задовольняти попит на продукцію на внутрішньому ринку, а й з кожним роком збільшувати експорт продукції на зовнішніх ринках, все це доводить стабільність і достатність пропозиції продукції птахівництва на регіональних ринках.

Тому, основним каталізатором, що викликає коливання на регіональному ринку продукції птахівництва, виступає попит.

Дослідження розвитку регіональних ринків продукції птахівництва показує декілька важливих для розуміння їх сутності явищ:

- суперечливість інтересів суб'єктів ринку – схильність споживачів ринку до надмірного споживання у зв'язку із більш дешевою вартістю продукції птахівництва у порівнянні з іншими видами м'яса;
- несформованість культури споживання продуктів харчування (звички до збалансованого споживання продуктів тваринного та рослинного походження);
- вплив на структуру попиту статусних груп (з високими і низькими доходами);
- відносно низький попит на продукцію, що пройшла перевірку на екологічність;
- недостатній контроль за вартістю та якістю продукції птахівництва.

Таблиця 2

**Матриця кон'юнктурних відносин на ринку продукції птахівництва**

		Стан кон'юнктури			
		Знижувальна	Низька (слабка)	Підвищена	Висока (стабільна)
Співвідношення основних елементів ринку	Слабка	1 затовареність ринку, скорочення кількості угод, зниження ринкових цін, перевищення пропозиції над попитом	2 пасивність суб'єктів ринку, низькі стабільні ціни	3 виснаження товарних запасів, товарний дефіцит, перевищення попиту над пропозицією	4 найбільша активність суб'єктів ринку, відносно стабільні високі ціни
		скорочення кількості угод, зниження ринкових цін, перевищення пропозиції над попитом	скорочення кількості угод, зниження ринкових цін, перевищення пропозиції над попитом	скорочення кількості угод, зниження ринкових цін, перевищення пропозиції над попитом	скорочення кількості угод, зниження ринкових цін, перевищення пропозиції над попитом
	Невизначена (вичікувальна)	5 затовареність ринку, скорочення кількості угод, зниження ринкових цін, перевищення пропозиції над попитом	6 пасивність суб'єктів ринку, низькі стабільні ціни	7 виснаження товарних запасів, товарний дефіцит, перевищення попиту над пропозицією	8 найбільша активність суб'єктів ринку, відносно стабільні високі ціни
		відсутність попиту чи пропозиції у зв'язку зі зміною очікуваних ринкових цін	відсутність попиту чи пропозиції у зв'язку зі зміною очікуваних ринкових цін	відсутність попиту чи пропозиції у зв'язку зі зміною очікуваних ринкових цін	відсутність попиту чи пропозиції у зв'язку зі зміною очікуваних ринкових цін
	Відсутність стійкої кон'юнктури	9 затовареність ринку, скорочення кількості угод, зниження ринкових цін, перевищення пропозиції над попитом	10 пасивність суб'єктів ринку, низькі стабільні ціни	11 виснаження товарних запасів, товарний дефіцит, перевищення попиту над пропозицією	12 найбільша активність суб'єктів ринку, відносно стабільні високі ціни
		рівновага величини попиту та пропозиції при стабільних цінах	рівновага величини попиту та пропозиції при стабільних цінах	рівновага величини попиту та пропозиції при стабільних цінах	рівновага величини попиту та пропозиції при стабільних цінах
	Сприятлива	13 затовареність ринку, скорочення кількості угод, зниження ринкових цін, перевищення пропозиції над попитом	14 пасивність суб'єктів ринку, низькі стабільні ціни	15 виснаження товарних запасів, товарний дефіцит, перевищення попиту над пропозицією	16 найбільша активність суб'єктів ринку, відносно стабільні високі ціни
		перевищення попиту над пропозицією при зростаючих цінах	перевищення попиту над пропозицією при зростаючих цінах	перевищення попиту над пропозицією при зростаючих цінах	перевищення попиту над пропозицією при зростаючих цінах

Складено автором на підставі [5, с. 95]

Безумовно, до важливих факторів, які необхідно враховувати при дослідженні регіонального ринку птахівництва є його прибутковість, забезпечення певного рівня доходів для місцевих бюджетів, ефективність використання ресурсів (територіальних, водних і т.п.), ступінь інноваційності виробництва.

Згідно теорії циклічного розвитку економіки виробничий цикл розглядається за такими стадіями як: криза, депресія, поживлення та підйом.

Саме з особливостями фаз виробничого циклу і групуються види кон'юнктури. На підставі виявлених особливостей було побудовано матрицю за видами кон'юнктури, яка складається з 16 секцій, кожна секція складається

з двох поверхів. Перший поверх секції характеризує стан кон'юнктури, а другий – співвідношення основних елементів ринку.

Матриця демонструє розвиток кон'юнктурних відносин з першої до шістнадцятої секції, при цьому кон'юнктурна ситуація у першій секції є самою несприятливою для розвитку ринкових відносин, яка поступово покращується і досягає максимально сприятливих обставин для виробників продукції у шістнадцятій секції.

За результатами, отриманими в процесі побудови матриці для підприємств – виробників продукції можна порекомендувати певні стратегії поведінки на ринку (табл. 3).

Для підприємств рекомендується чотири основні стратегії:

– стратегія елімінації – ситуація на ринку напружена, реалізація продукція уповільнена і вимагає занадто багато маркетингових зусиль, рекомендоване рішення: покинути ринок;

– стратегія збору урожаю – ринок не перспективний, але продовжує приносити підприємству дохід, рекомендується шукати можливості для збільшення частки ринку, але за умови зменшеного інвестування, рекомендоване рішення: максимальне використання ситуації для збільшення доходів підприємства;

– стратегія вибіркового розвитку – використовувати тимчасово сприятливі фактори, збереження ринкової частки, невелике інвестування, концентрація на продукції з достатнім рівнем попиту, рекомендоване рішення: пошук засобів подолання слабких позицій та подальшого розвитку сильних;

– стратегія розвитку – ринок перспективний, інтенсифікація маркетингових зусиль для подальшого розвитку, підтримка конкурентних переваг, рекомендоване рішення: вкладення інвестицій, інтенсифікація виробництва.

Ринкова стратегія виступає відправною точкою для підприємства щодо подальшого планування діяльності підприємства на певному регіональному ринку. В залежності від ситуації на регіональному ринку, загальноекономічної кон'юнктури, фінансового стану підприємства можливе прийняття рішення або щодо активізації маркетингових, виробничих, інвестиційних ресурсів, або виходу з ринку продукції підприємства.

Таблиця 3

**Ринкові стратегії виробників продукції в залежності від стану кон'юнктури ринку продукції птахівництва**

		Стан кон'юнктури			
		Знижувальна	Низька (слабка)	Підвищена	Висока (стабільна)
Співвідношення основних елементів ринку	Слабка	Стратегія елімінації	Стратегія елімінації	Стратегія збору урожаю	Стратегія вибіркового розвитку
	Невизначена (вичікувальна)	Стратегія елімінації	Стратегія вибіркового розвитку	Стратегія вибіркового розвитку	Стратегія вибіркового розвитку
	Відсутність стійкої кон'юнктури	Стратегія вибіркового розвитку	Стратегія збору урожаю	Стратегія збору урожаю	Стратегія розвитку
	Сприятлива	Стратегія збору урожаю	Стратегія збору урожаю	Стратегія розвитку	Стратегія розвитку

Складено автором на підставі [6, с. 94]

### Висновки

Визначено індикатори, фактори впливу та характерні ознаки кон'юнктури регіонального ринку продукції птахівництва. До ринкових індикаторів відносять: пропозицію товару, споживання товарів, запаси товарів, ціни, прибуток.

Фактори, що впливають на стан ринку розподіляють на цінові та нецінові. Характерними ознаками кон'юнктури регіонального ринку продукції птахівництва є: мінливість кон'юнктури і часті коливання; виняткова суперечливість; нерівномірність кон'юнктури; єдність протилежностей; процес відтворення розглядається з врахуванням ринкової ситуації. Реалізація продукції птахівництва відбувається під впливом специфічних ринкових умов: сезонність, певні особливості в оцінюванні якості продукції, різні фінансові та виробничі умови суб'єктів економіки, що займаються вирощуванням птиці. Всі ці особливості спричинюють певні труднощі при виконанні досліджень регіонального ринку продукції птахівництва та обумовлюють формування висновків про стан ринку тільки за умови розгляду показників у динаміці та з врахуванням вектору впливу факторів під час проведення дослідження.

Для визначення виду кон'юнктурних відносин на ринку, запропоновано матрицю, побудова якої дозволяє встановити взаємозв'язок між станом кон'юнктури та співвідношенням основних елементів ринку, надати характеристику виду кон'юнктури та на підставі отриманих результатів запропонувати стратегію поведінки на ринку для виробників продукції. Для підприємств рекомендуються в залежності від визначеного сектора матриці чотири види стратегій: стратегія елімінації, стратегія збору урожаю, стратегія вибіркового розвитку, стратегія розвитку.

#### Список використаної літератури

1. Площик М.В. Умови функціонування ринкової економіки. *Економіка та держава*. №8. 2011. С. 72–74.
2. Товста Т.Л. Кон'юнктура ринку продукції регіону: сучасний стан та дослідження. *Економічний вісник НГУ*. 2007. № 2. С. 17–25.
3. Сенишин О.С., Дзюбенко Н.О. Теоретичні засади дослідження продовольчого ринку. *Економічний вісник*. 2013. № 2. С. 164–171.
4. Переверзева А.В. Сутність ринкових досліджень та їх роль у процесі прийняття управлінських рішень. *Сталій розвиток економіки*. 2011. №8. URL: [https://unier.km.ua/pdf/\\_5\\_2011.pdf#page=40](https://unier.km.ua/pdf/_5_2011.pdf#page=40) (дата звернення 28.09.2022).
5. Трохимець О.І., Рябенко К.М. Продовольчий ринок України: сучасний стан та перспективи розвитку. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2018. Вип. 17 (Ч. 1). С. 171–178.
6. Старостіна А.О. Маркетингові дослідження. Практичний аспект: навч. посіб. Київ: СПБ: Видавничий дім «Вільямс», 1998. 292 с.

#### References

1. Ploshchuk M.V. (2011). Umovy Funktsionuvannia rynkovoї ekonomiky [Functioning of the market economy]. *Ekonomika ta derzhava*. No. 8. pp. 72–74.
2. Tovsta, T. L. (2007). Koniunktura rynku produktsii rehionu: suchasnyi stan ta doslidzhennia [Business conditions of the regional product market: modern state and researches]. *Ekonomichnyi visnyk NHU – Economic bulletin of NMU*, 2, 17–25. [in Ukrainian].
3. Senyshyn O.S., Dziubenko N.O. (2013) Teoretychni zasady doslidzhennia prodovolchoho rynku [Theoretical foundations of food market research]. *Ekonomichnyi visnyk*, no. 2, pp. 164–171.
4. Pereverzieva, A. V. (2011). Sutnist rynkovykh doslidzhen ta yikh rol u protsesi pryiniattia upravlinskykh rishen [Sense of marketing researches and their importance for a managerial decision making process]. *archive.nbuv.gov.ua*. Retrieved from [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc\\_gum/sre/2011\\_5/40.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/sre/2011_5/40.pdf) [in Ukrainian].
5. Trokhymets O.I., Riabenko K.M. (2018) Prodovolchyi rynek Ukrainy: suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku [Food market of Ukraine: current state and development prospects]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu*, vol. 17 (1), pp. 171–178.
6. Starostina A.O. (1998), *Marketinghovi doslidzhennia. Praktychnyj aspekt: navch. posibnyk* [Marketing research. Practical aspect], Kyiv: Vydavnychyj dim «Vil'iams», [in Ukrainian].

## СФЕРА ОБСЛУГОВУВАННЯ

УДК 338.48

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2022.3.23>

В. А. КРАСНОМОВЕЦЬ

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

ORCID: 0000-0001-5806-8348

А. М. ТРАЧУК

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

ORCID: 0000-0003-4151-9784

ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТТЯ «ТРЕНД»  
У ГАЛУЗІ ТУРИЗМУ

У статті проведено аналіз та обґрунтовано суть поняття «тренд» у його трактуванні та прояву у туристичній сфері. Проаналізовано теоретичні підходи різних вчених до розуміння поняття «тренд» в площині туристичної діяльності та запропоновано авторське визначення даного поняття під яким пропонуємо розуміти «певне явище чи подію, що користується значним попитом у споживачів, є переважним напрямком у туризмі та є системоутворюючим у даному періоді часу». Узагальнено основні чинники, що впливають на формування трендів у туризмі та рівні формування та реалізації трендів у туризмі, що дозволяє більш предметно охарактеризувати існуючі тренди у туристичній галузі та згрупувати їх за предметними областями їх реалізації. Визначено чинники, що впливають на формування трендів у туризмі, які охарактеризовано за шістьма напрямками: економічні, соціальні, політичні, демографічні, технічні та глобалізаційні. Охарактеризовано рівні формування та реалізації трендів у туризмі, які пропонуємо характеризувати як мегатренд, макро- та мікротренд. Детально проаналізовано особливості формування трендів на макро- та мікрорівнях. Визначено, що на категоризацію трендів у туризмі вплив мають також такі чотири загальні тенденції (тренди) розвитку суспільства як: транспорт та логістика, профільні сфери для окремих видів туризму, стиль життя населення та маркетинг територій. Обґрунтовано основні інструменти - методи прогнозування трендів в туризмі. З'ясовано, що в галузі туризму найбільш відповідними для прогнозування є метод екстраполяції простого ковзного середнього за даними лише останніх кількох періодів, або метод експоненційного згладжування, де замість простого середнього більшу вагу мають недавні дані, а менший – давніші, методи декомпозиції та інші.

**Ключові слова:** тренд, туризм, туристична галузь, чинники формування трендів в туризмі, рівні формування трендів в туризмі.

V. A. KRASNOMOVETS

Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy

ORCID: 0000-0001-5806-8348

A. M. TRACHUK

Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy

ORCID: 0000-0003-4151-9784

THEORETICAL APPROACHES TO DEFINING THE CONCEPT OF “TREND”  
IN THE FIELD OF TOURISM

The article analyzes and substantiates the essence of the concept of «trend» in its interpretation and manifestation in the tourism sphere. The theoretical approaches of various scientists to the understanding of the concept of «trend» in the field of tourism activity were analyzed and the author's definition of this concept was proposed, under which we propose to understand «a certain phenomenon or event that is in significant demand among consumers, is a predominant direction in tourism and is system-forming in this period time». The main factors affecting the formation of trends in tourism and the level of formation and implementation of trends in tourism are summarized, which allows to characterize the existing trends in the tourism industry more objectively and to group them according to the subject areas of their implementation. Factors affecting the formation of trends in tourism are identified, which are characterized in six directions: economic, social, political, demographic, technical and globalization. The levels of formation and implementation of trends in tourism, which we propose to characterize as megatrend, macro- and microtrend, are characterized. The peculiarities of the formation of trends at the macro and micro levels are analyzed in detail. It was determined that the categorization of trends in tourism is influenced by such four general trends (trends) of the development of society as: transport and logistics, specialized areas for certain types of tourism, lifestyle of the population and marketing of territories. The main tools - methods of forecasting trends in tourism - are substantiated. It was found that in the field

of tourism, the most appropriate method for forecasting is the method of extrapolation of a simple moving average based on the data of only the last few periods, or the method of exponential smoothing, where, instead of the simple average, more weight is given to recent data, and less to older data, decomposition methods and others.

**Key words:** trend, tourism, tourism industry, factors of trend formation in tourism, levels of trend formation in tourism.

### Постановка проблеми

У всьому світі туризм вважається галуззю майбутнього. Мова йде про глобальне явище сьогодення, яке, за твердженням вчених [1], є вагомим носієм глобалізаційних процесів. Ступінь його інтернаціоналізації зростає як з боку пропозиції (нові напрямки), так і з боку попиту (все більше людей на планеті залучені до туризму). І розвиток цих глобалізаційних процесів в туризмі багато в чому і мають вплив і так само відображають формування певних тенденцій. З точки зору глобалізації, тенденції туризму впливають як на попит, так і на пропозицію. Вони впливають на мотиви та тенденції, яким сприяє попит, і вони впроваджуються в пропозиції продуктів туристичних компаній. Розвиток будь-яких тенденцій у тривалому часовому періоді формуються у тренди.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Окремих питанням сутності тренду як наукової категорії присвячено праці О. Поціпук, Т. Б. Качак та інші. Питання аналізу розвитку трендів у туристичній сфері порушує у своїх працях В. В. Липчук, І. В. Гайворонська, О. Гаращук та інші.

### Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є аналіз поняття «тренд» у його трактуванні відносно сфери туристичної галузі та дослідження чинників, рівні та перспектив формування трендів у туризмі.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Туризм, як і будь-яка інша галузь, розвивається під впливом низки факторів, чинників, формуючи тренди. Саме характеристика трендів є одним з найбільш динамічних явищ та понять. Поняття тренду застосовується у багатьох галузях та сферах діяльності: в статистиці, економіці, економетриці і навіть модній індустрії. Незважаючи на досить широку сферу застосування, в літературі немає чіткого та однозначного трактування значення тренду у його прикладному значенні щодо туристичної діяльності.

Найчастіше поняття «тренд» ототожнюють з терміном «тенденція» та зазвичай вживають як синоніми (в англійській мові *trend* означає тенденція). Втім, на думку вчених [2; 3] є підстави для їх розрізнення. Відмінності між трендом і тенденцією полягають у ступені глобальності (тривалості періоду, коли діє закономірність). Дехто вважає, що тренд – явище більш глобальне, ніж тенденція. Але тренд також може бути потрактований як компонент тенденції: актуальний, змінний, короткостроковий напрям розвитку, її найяскравіше вираження та новизна, яка до певного часу була відсутня [2, с. 273].

Ступінь взаємодії цих понять можна представити за допомогою такого ланцюгового взаємозв'язку: нове одиничне явище – тренд – тенденція – традиція (рис. 1).

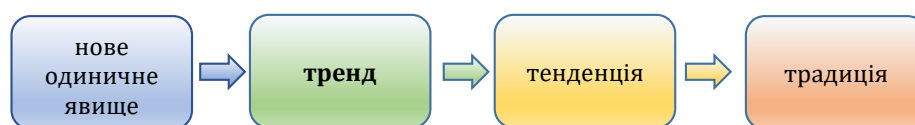


Рис. 1. Модель формування тренду [2, с. 274]

У характеристиці туристичної сфери, незважаючи на досить високу популярність використання поняття «тренд», більшість авторів не визначають зміст даної категорії. Досить часто різні автори включають різне значення та по-різному тлумачать трендовість процесів та явищ в туристичній галузі. Нами узагальнено теоретичні підходи різних авторів до розуміння поняття «тренд» в площині туристичної галузі (табл. 1).

Як бачимо з даних, наведених у таблиці 1, популярність даного поняття у наукових джерелах особливо актуалізувалася останніми роками та є досить багатогранною. Поділяємо думку більшості вчених, які сходяться на думці, що тренд в туристичній індустрії це певне явище, що користується популярністю, загребуваністю та актуальністю у споживачів (Гайворонська І. В., Захарчин Р. М., Гаращук О.). Деякі автори асоціюють тренд з поняттям інновації (Колодич Ю. М., Савицька О. П.). Ми вважаємо, що це є не зовсім правильним підходом, оскільки не всі інновації є трендом, а трендом можуть бути не обов'язково інновації. Таким чином, на основі аналізу літературних джерел, нами запропоновано власне трактування поняття *тренду в туристичній галузі* під яким ми пропонуємо розуміти *певне явище чи подію, що користується значним попитом у споживачів, є переважним напрямком у туризмі та є системо утворюючим у даному періоді часу.*

На формування трендів у туризмі впливає низка чинників (рис. 2)

Таблиця 1

**Теоретичні підходи різних авторів до розуміння поняття «тренд» в площині туристичної діяльності**

Автор	Розуміння поняття «тренд»	Характеристика
Гайворонська І. В. (2019)	Популярність	Автор аналізує найпопулярніші напрями та країни подорожей, характеризує сучасні та перспективні тенденції [4, с. 127].
Захарчин Р. М. (2020)	Зростаюча популярність у споживачів	Автори трактують поняття виявом посиленої уваги, підтримки та відповідності сучасним тенденціям [5, с. 20].
Гаращук О., Куценко В. (2021)	Затребуваність	Автори визначають передумови та аргументи для формування екологічного туризму як затребуваного напрямку подорожей, іменуючи цю затребуваність трендом [6, с. 31].
Гуменюк Г.М., Чернявська С.С. (2018)	Тенденція до подальшого розвитку	Автори аналізують жіночий туризм як один з основних напрямів розвитку сфери туризму, в майбутньому – це популярний вид туризму, що неодмінно матиме величезний попит [7, с. 132].
Дудяк Р. П., Гошко О. Й. (2018)	Прогноз глобальних змін	Автори визначають необхідність врахування основних прогнозів щодо змін у туристичній галузі [8, с. 163].
Кіціс В. М., Морозова Е. А. (2020)	Нововведення/ Інновації	В управлінні туризмом дуже важливо встигати за сучасними трендами. Інновації допомагають агентам та операторам, власникам засобів розміщення та всім причетним до туристської сфери оптимізувати управління доходами та ефективно керувати бізнесом [9, с. 17].
Колодич Ю. М., Шевчук К. В. (2021)	Нові прогресивні напрями / інновації	Автори стверджують, щоб з'ясувати поточні й потенційні тренди на ринку туризму, в першу чергу, необхідно проаналізувати які основні інновації (з точки зору технологій) використовуються для модернізації галузі й для залучення сучасних клієнтів [10, с. 87].
Липчук В.В. Липчук Н.В. (2020)	Тенденції	«... сформувалися певні тенденції, які мають сталий та стійкий характер, помітну односпрямованість, незмінність та монотонність змін, що дає змогу характеризувати їх як тренди» [11, с. 35].
Савицька О. П., Савицька Н. В. (2021)	Інновації	«Інновації чинять суттєвий вплив на розвиток туристичної сфери, що вимагає подальшого вивчення підходів до формування та реалізації ефективного механізму державної підтримки актуальних і нових напрямів туризму, підвищення туристичної привабливості, поліпшення інфраструктури туризму» [12, с. 126].

\*Складено автором особисто



**Рис. 2. Чинники, що впливають на формування трендів у туризмі**

Джерело: складено авторами на основі [11, с. 34]



Ці та інші чинники розвитку туризму можуть бути доповнені як у межах ідентифікованих груп, так і можуть бути об'єднані в інші групи. Зокрема, певний інтерес представляє виділення окремими авторами таких чинників, як зміна потреб, поведінки та очікувань споживачів, пов'язаних із такими явищами, як: зростаюча роль нового типу домогосподарств (одноособові, одностатеві зв'язки), зростання ролі жінок; вимоги різних груп меншин та типів споживачів, диференціації їхніх потреб та поведінки, індивідуалізації очікувань; зростання екологічної свідомості [11, с. 35].

Окрім впливу низки чинників, вчені (Липчук В. В., Липчук Н. В.) виокремлюють кілька рівнів формування та реалізації трендів (табл. 2).

Таблиця 2

**Рівні формування та реалізації трендів у туризмі [складено авторами за 11, с. 37]**

<b>Мегатренд</b>	зрівноважене (стале – укр.) функціонування соціально-економічних систем. Саме зрівноважений розвиток здатний забезпечити задоволення потреб сучасного суспільства так, щоб не порушувати можливості задоволення потреб майбутніх поколінь. У туризмі він проявляється у мінімізації негативних наслідків впливу на навколишнє середовище, громади та суспільства. Тут теж, як і в інших сферах, існує певна межа ефективності, передусім екологічної.
<b>Макротренд</b>	характеризують великі суспільні й соціальні зміни в прийнятті рішень, зокрема щодо проведення вільного часу. Вони формуються в умовах стабільності факторів. Натомість окремі тренди формуються залежно від настроїв клієнтів, наглої зміни життєвої ситуації, стосуються певної вікової групи чи обмеженого сегменту ринку.
<b>Мікротренд</b>	проявляються в середньо- чи короткотерміновому періоді і можуть бути вихідним інструментом для подальших трансформацій та формування макротрендів

<ul style="list-style-type: none"> <li>– Розширення та вдосконалення асортименту туристичного продукту. Це – пропозиція продуктів для нових сьгодніх форм туризму та окремих сегментів туристів, а також упровадження продуктивних туристичних інновацій, в яких зацікавлені як постійні, так і нові клієнти туристичного бізнесу;</li> <li>– Орієнтація на зміну моделі поведінки туристів із пасивної на активну, з моделі 3S (<i>sun, sea, sand</i>) на модель 3E (<i>entertainment, excitement, education</i>).</li> <li>– Зростаючий вплив інформаційних технологій у туризмі, які формують моду на відпочинок, діагностують нові ринки і продукти, створюють та постачають туристичні продукти, утримують контакт із клієнтами і багато іншого. Мас-медіа і нові технології не тільки формують попит на туристичний продукт, а й поліпшують доступ до раніше недоступних або малодоступних місць відпочинку.</li> <li>– Поява в середовищі туристів соціальних груп, які раніше не брали участі у туристичних виїздах: інвалідів, пенсіонерів, самотніх подорожуючих.</li> <li>– Індивідуалізація (персоналізація) туристичної пропозиції. Сучасний глобальний ринковий макротренд «штани, пошиті на вимір» повністю віддзеркалюється і в сучасному туризмі, де популярними стають індивідуальні туристичні пакети. У цьому контексті бажання задоволення власних пристрастей та інтересів викликає швидкий розвиток нішевого туризму, пропонуючи продукт, адаптований до спеціалізованих інтересів (гольф, риболовля, СПА, історико-культурна спадщина тощо).</li> </ul>	<p>Мікротренди на туристичному ринку, зорієнтовані на ревіталізацію туризму в попередніх масштабах і темпах зростання. Мікротренди формуються в ситуації, коли поширення коронавірусу COVID-19 супроводжується великою дозою невизначеності, коли країни та їхні регіони знаходяться в різних фазах пандемії та на різних стадіях виходу з неї, тому вони можуть пізніше поширюватися на інші країни та унаслідуватися ними в частині способів вирішення тих чи інших проблем. Оцінюючи сьгоднішню ситуацію, різні заяви, рапорти, звіти, прогнози, на нашу думку, слід очікувати таких коротко (радіше середньо) тривалих змін на туристичному ринку, пов'язаних зі зміною попиту (насамперед потребами і можливостями туристів) та пропозицією підприємств туристичного бізнесу.</p> <p>Передусім посилюватимуться вимоги до туристичних об'єктів, пов'язані із власною безпекою, добробутом під час подорожей, розширенням асортименту та підвищенням якості туристичних послуг. Дослідження «Нові очікування клієнтів готелю на час COVID-19», проведене з ініціативи Blue Marine Mielno, показує, що очікується новий підхід до санітарної безпеки туристів. Зокрема, 57% респондентів хочуть створення загальнообов'язкового сертифікату безпеки, а 22% потенційних клієнтів, не вказуючи на потребу сертифікату, вважають, що рівень санітарної безпеки повинен контролюватися та підтверджуватися відповідними зовнішніми службами. Тому виникає проблема готовності окремих країн, регіонів надати достатню кількість закладів розміщення, що зможуть забезпечити безпечні з погляду охорони здоров'я умови проживання [13, с. 207].</p>
---	---

Рівневність трендів є досить умовною і взаємозалежною. Рух можливий як по висхідній траєкторії – коли мікротренд, наприклад, формує макротренд чи значимість та повторюваність макро- визначає мегатренд; так і по нисхідній – коли глобальність мегатренду стає основою формування тренду на рівні певної країни чи регіону та надалі визначає особливості функціонування туристичної галузі на найнижчому рівні.

Таким чином, аналіз поняття «тренд» та обґрунтування його прикладного застосування в туристичній сфері дало можливість узагальнити існуючі підходи та запропонувати авторське бачення даного терміну. Опрацьовано теоретичні підходи до розуміння сутності тренду в туризмі; визначено групу чинників, що мають вплив на формування трендів у туристичній галузі; розглянуто рівні формування та реалізації трендів у туризмі.

Узагальнені основні чинники, що впливають на формування трендів у туризмі та рівні формування та реалізації трендів у туризмі дозволяють більш предметно охарактеризувати існуючі тренди у туристичній галузі та згрупувати їх за предметними областями їх реалізації. Але на категоризацію трендів у туризмі вплив мають також загальні тенденції (тренди) розвитку суспільства (рис. 3). На думку Пуртова А. на розвиток туристичної галузі має вплив чотири основні напрями: транспорт та логістика, профільні сфери для окремих видів туризму, стиль життя населення та маркетинг територій.

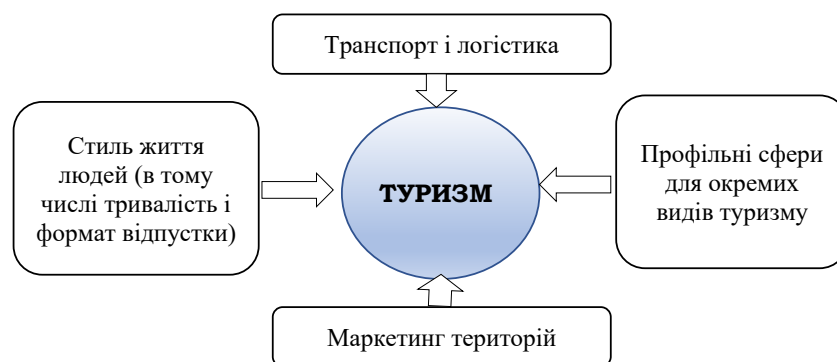


Рис. 3. Які тренди матимуть вплив на туризм [14]

Найбільшу цінність для прогнозування майбутнього періоду, зокрема і трендів в туризмі, мають останні зібрані дані, тоді як «старі» дані (20 років тому і більше) мають менше значення, і, отже, ймовірність того, що вони допоможуть у складанні майбутнього прогнозу, незначна. Тому для вирішення проблеми використовується або метод екстраполяції простого ковзного середнього за даними лише останніх кількох періодів, або метод експоненційного згладжування, де замість простого середнього більшу вагу мають недавні дані, а менший - давніші. Цей метод також має широке поширення в практиці прогнозування у сфері туризму і добре працює при складанні короткострокових прогнозів, проте менш ефективний за довгострокових. Експонентне згладжування намагається ізолювати тренди від випадкових (стохастичних) змін і може бути одиночним або подвійним (метод Брауна).

Проте туристична індустрія характеризується частою присутністю окремих трендів у межах року (сезонність). Крім того, тимчасові ряди можуть демонструвати окремі цикли на додаток до безлічі інших випадкових змін, викликаних окремими подіями та визначальних попит на певний товар/послугу у певний період часу. Для вирішення цих проблем під час прогнозування у туризмі використовуються методи декомпозиції, які дозволяють «розділити» тимчасові ряди на компоненти та спростити аналіз. Таким чином, стає можливим виділення ефектів сезонності, довгострокових трендів, циклів та випадкових непередбачуваних ефектів. Класичний метод декомпозиції передбачає наявність принаймні чотирьох факторів, що впливають на фактичний тренд: – загальний тренд – довгостроковий загальний тренд, викликаний такими факторами, як довгострокові економічні тренди, клімат, демографія тощо; – циклічний компонент – хвилеподібний тренд навколо фактичного тренду, зазвичай тривалістю кількох років, його протяжність та амплітуда можуть змінюватись; – сезонність – тренд, що повторюється через певні фіксовані проміжки часу в рамках одного календарного року; – випадкова помилка (або випадковий компонент) – компонент, що залишився, не пов'язаний з трьома вищезазначеними. Загальноприйнятим у прогнозуванні туризму є метод класичної декомпозиції ковзного середнього, який передбачає, що між факторами існує мультиплікативна залежність, на відміну від інших методів, де передбачається адитивність.

Хоча методи простої екстраполяції мають безліч недоліків, особливо якщо історично сформований тренд комплексний і складний, вони досить прості у використанні і дають ефективний прогноз у короткостроковій перспективі. Вони також часто використовуються як контроль для порівняння з результатами більш складних моделей з метою оцінки їх ефективності: якщо складна модель не дає більш точний прогноз порівняно з простим методом, то вона не буде використана. Відповідно до загального правила прогнозування, вибирається найпростіша модель, що має найменшу кількість припущень і дає найточніший результат.

До методів налагодженої екстраполяції відноситься метод авторегресії ковзного середнього (англ. autoregressive moving-average model, метод ARMA). Метод ARMA полягає в комбінуванні методів авторегресії та ковзного середнього таким чином, щоб максимально точно моделювати історичні дані та засобами екстраполяції отримати прогноз. Метод ARMA може застосовуватися тільки в стаціонарних часових рядах, інакше для досягнення стаціонарності використовується диференціювання (освіта різниці сусідніх членів ряду). Метод ARIMA (англ. autoregressive integrated moving average), або, як його ще називають, метод Бокса - Дженкінса, передбачає розширення моделей ARMA для нестационарних часових рядів шляхом стаціонарного утворення різниці деякого порядку від вихідного часового ряду.

Каузальні моделі (причинно-наслідкові), на відміну від уніваріантних (однофакторних) моделей, описаних вище, аналізують залежність ендегенної змінної від одного або більше незалежних факторів. Для побудови каузальної моделі використовується методи простої та множинної лінійної регресії. Вважається, що такі моделі в основному дають більш точні прогнози порівняно з іншими моделями (крім моделей ARMA), коли період прогнозування охоплює два роки і більше в майбутньому. Якщо ж період прогнозування менший (один рік і менше), то зазвичай результати методів простої екстраполяції виявляються точнішими. Основною перевагою використання множинної регресії може бути не так її точність, як можливість продемонструвати та пояснити взаємозв'язки між попитом на туризм та іншими соціоекономічними показниками.

Тим не менш, навіть моделі множинної регресії не завжди можуть досить точно прорахувати залежність попиту на туризм і факторів, що впливають на нього, оскільки сам туристичний попит може виступати як змінна, що пояснює. Така двояка властивість туристичного попиту можна пояснити на наступному прикладі. Високий попит на туризм може спонукати готелі підвищити ціни на послуги розміщення з метою збільшення свого прибутку. Туристичний бум може також надихнути уряд на введення/підвищення туристичних зборів з готелів та інших провайдерів туристичних послуг. З іншого боку, вартість туристичних послуг пояснює фактор попиту.

#### Висновки із проведеного дослідження

Таким чином, проведене дослідження дозволило узагальнити теоретичні підходи до розуміння поняття «тренд» у його трактуванні відносні сфери туристичної галузі. Досліджено чинники, рівні та перспективи формування трендів у туризмі.

#### Список використаної літератури

1. Pavlína Pellešová Globalization and perception of tourism trends by supply and demand. SHS Web of Conferences 74, 04019 (2020). <https://doi.org/10.1051/shsconf/20207404019> URL: [https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/pdf/2020/02/shsconf\\_glob2020\\_04019.pdf](https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/pdf/2020/02/shsconf_glob2020_04019.pdf)
2. Качак Т. Б. Аналіз тенденцій як наукова проблема в літературознавчих студіях. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Філологія. Журналістика*. 2021. Том 32 (71) № 1 ч. 1. С. 272-279. URL: [http://www.philol.vernadskyyjournals.in.ua/journals/2021/1\\_2021/part\\_1/48.pdf](http://www.philol.vernadskyyjournals.in.ua/journals/2021/1_2021/part_1/48.pdf) (дата звернення: 20.11.2022).
3. Поціпук О. Поняття «тренд» у сучасному науковому дискурсі. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. 2018. 1(24). С. 15-20.
4. Гайворонська І. В. Сучасні тенденції та новітні тренди розвитку туризму. *Причорноморські економічні студії*. 2019. Вип. 37. С. 126-132. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bses\\_2019\\_37\\_26](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bses_2019_37_26) (дата звернення: 20.11.2022).
5. Захарчин Р. М. Потенціал сучасних трендів харчування та регіональних брендів харчових продуктів у розвитку вітчизняної туристичної індустрії. *Причорноморські економічні студії*. 2020. Вип. 50(2). С. 19-23. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bses\\_2020\\_50\(2\)\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bses_2020_50(2)_5) (дата звернення: 20.11.2022).
6. Гаращук О., Куценко В. Формування тренда еколого-безпечного соціального середовища – важливої складової сталого розвитку (на прикладі туризму). *Вісник економіки*. 2021. Вип. 2. С. 26-38. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vtneue\\_2021\\_2\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vtneue_2021_2_4) (дата звернення: 20.11.2022).
7. Гуменюк Г. М., Чернявська С. С. Жіночий туризм: новий тренд чи необхідність? *Карпатський край*. 2018. № 1-2. С. 128-136. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/kkr\\_2018\\_1-2\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/kkr_2018_1-2_16) (дата звернення: 20.11.2022).
8. Дудяк Р. П., Гошко О. Й. Прогнозні тренди в розвитку туризму. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2018. Вип. 18(1). С. 162-164. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg\\_2018\\_18\(1\)\\_35](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg_2018_18(1)_35) (дата звернення: 20.11.2022).
9. Киф'як В. П. Організація туристичної діяльності в Україні. Чернівці : Книги-XXI, 2000. 300 с.
10. Колодич Ю. М., Шевчук К. В. Сучасні тренди туристичної індустрії. *Креативний простір*. 2021. № 2. С. 87-88. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/krpr\\_2021\\_2\\_48](http://nbuv.gov.ua/UJRN/krpr_2021_2_48) (дата звернення: 20.11.2022).
11. Липчук В. В., Липчук Н. В. Тренди в туризмі: корекція пандемії. *Науковий погляд: економіка та управління*. 2020. № 2. С. 33-37. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vamsue\\_2020\\_2\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vamsue_2020_2_8) (дата звернення: 20.11.2022).
12. Савіцька О. П., Савіцька Н. В. Сучасні тренди інноваційного розвитку сфери туризму в Україні. *Бізнес Інформ*. 2021. № 9. С. 124-130. URL: [https://www.business-inform.net/export\\_pdf/business-inform-2021-9\\_0-pages-124\\_130.pdf](https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2021-9_0-pages-124_130.pdf) (дата звернення: 20.11.2022).

13. Любохинець Л. С. Туристичні тренди та основні детермінанти розвитку міжнародного туризму. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2020. № 2. С. 205-209. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu\\_ekon\\_2020\\_2\\_39](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_ekon_2020_2_39) (дата звернення: 20.11.2022).

14. Пуртов Андрей Глобальные тренды и их влияние на туризм. URL: <https://ru.calameo.com/read/0054138939feb4d1ed182> (дата звернення: 20.11.2022).

15. Генералова Н. Прогнозирование в сфере туризма: классификация и анализ методов. журнал международного права и международных отношений 2014, № 4. URL: <https://evolutio.info/journal-menu/2014-4/2014-4-generalov>

#### References

1. Pavlina Pellešová Globalization and perception of tourism trends by supply and demand. SHS Web of Conferences 74, 04019 (2020). <https://doi.org/10.1051/shsconf/20207404019> URL: [https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/pdf/2020/02/shsconf\\_glob2020\\_04019.pdf](https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/pdf/2020/02/shsconf_glob2020_04019.pdf)

2. Kachak T. B. Analiz tendentsii yak naukova problema v literaturoznavchyykh studiiakh. Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. Seriya: Filolohiia. Zhurnalistyka. 2021. Tom 32 (71) № 1 ch. 1. S. 272-279. URL: [http://www.philol.vernadskyjournals.in.ua/journals/2021/1\\_2021/part\\_1/48.pdf](http://www.philol.vernadskyjournals.in.ua/journals/2021/1_2021/part_1/48.pdf) (data zvernennia: 20.11.2022).

3. Potsipukh O. Poniattia «trend» u suchasnomu naukovomu dyskursi. Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. 2018. 1(24). S. 15-20.

4. Hayvoronska. I. V. «Suchasni tendentsii ta novitni trendy rozvytku turyzmu», *Prychornomorski ekonomichni studii.*, Vyp. 37, s. 126–137, 2019. Data zvernennia: 20 lystop. 2022. [Onlain]. Dostupno: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bses\\_2019\\_37\\_26](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bses_2019_37_26)

5. Zakharchyn R. M. Potensial suchasnykh trendiv kharchuvannia ta rehionalnykh brendiv kharchovykh produktiv u rozvytku vitchyznianoï turystychnoi industrii. *Prychornomorski ekonomichni studii*. 2020. Vyp. 50(2). S. 19-23. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bses\\_2020\\_50\(2\)\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bses_2020_50(2)_5) (data zvernennia: 20.11.2022).

6. Harashchuk O., Kutsenko V. Formuvannia trenda ekoloho-bezpechnoho sotsialnoho seredovyscha – vazhlyvoi skladovoi staloho rozvytku (na prykladi turyzmu). *Visnyk ekonomiky*. 2021. Vyp. 2. S. 26-38. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vtneu\\_2021\\_2\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vtneu_2021_2_4) (data zvernennia: 20.11.2022).

7. Humeniuk H. M., Cherniavska S. S. Zhinochy turyzm: novyi trend chy neobkhdnist? *Karpatskyi kraj*. 2018. № 1-2. S. 128-136. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/kkr\\_2018\\_1-2\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/kkr_2018_1-2_16) (data zvernennia: 20.11.2022).

8. Dudiak R. P., Hoshko O. Y. Prohnozni trendy v rozvytku turyzmu. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriya : Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo*. 2018. Vyp. 18(1). S. 162-164. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg\\_2018\\_18\(1\)\\_35](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg_2018_18(1)_35) (data zvernennia: 20.11.2022).

9. Kyfiak V. P. Orhanizatsiia turystychnoi diialnosti v Ukraini. *Chernivtsi : Knyhy-KhKhI*, 2000. 300 s.

10. Kolodych Yu. M., Shevchuk K. V. Suchasni trendy turystychnoi industrii. *Kreatyvnyi prostir*. 2021. № 2. S. 87-88. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/krpr\\_2021\\_2\\_48](http://nbuv.gov.ua/UJRN/krpr_2021_2_48) (data zvernennia: 20.11.2022).

11. Lypchuk V. V., Lypchuk N. V. Trendy v turyzmi: korektsiia pandemii. *Naukovyi pohliad: ekonomika ta upravlinnia*. 2020. № 2. S. 33-37. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vamsue\\_2020\\_2\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vamsue_2020_2_8) (data zvernennia: 20.11.2022).

12. Savitska O. P., Savitska N. V. Suchasni trendy innovatsiinoho rozvytku sfery turyzmu v Ukraini. *Biznes Inform*. 2021. № 9. S. 124-130. URL: [https://www.business-inform.net/export\\_pdf/business-inform-2021-9\\_0-pages-124\\_130.pdf](https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2021-9_0-pages-124_130.pdf) (data zvernennia: 20.11.2022).

13. Liubokhynets L. S. Turystychni trendy ta osnovni determinanty rozvytku mizhnarodnoho turyzmu. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Ekonomichni nauky*. 2020. № 2. S. 205-209. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu\\_ekon\\_2020\\_2\\_39](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_ekon_2020_2_39) (data zvernennia: 20.11.2022).

14. PurtoV Andrei Globalnye trendy y ykh vlyiane na turyzm. URL: <https://ru.calameo.com/read/0054138939feb4d1ed182> (data zvernennia: 20.11.2022).

15. Heneralova N. Prohnozyrovanye v sfere turyzma: klassyfykatsiya y analiz metodov. zhurnal mezhdunarodnoho prava y mezhdunarodnykh otnoshenyi 2014, № 4. URL: <https://evolutio.info/journal-menu/2014-4/2014-4-generalov>

V. Yu. STEPANOV

Kharkiv State Academy of Culture

ORCID: 0000-0001-5892-4239

## THE MAIN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF INTERNATIONAL CULTURAL TOURISM

The article considers the main trends affecting the development of international cultural tourism. The main trends that influenced the development of international tourism are shown. It was found that the growing level of education increases the desire of people to know other countries and peoples, to develop permanent contacts with the regions of the world in various spheres of communication. In addition, tourist exchanges between countries have increased the demand for diversity based on the geographical and cultural differences of the countries. Considering the main trends in the development of international tourism, it was noted that recently many countries have begun to develop cultural tourism. That is, the cultural component of international tourism began to gain increased interest from tourists.

The cultural factors of attractiveness of certain regions of the world are considered. In particular, the main factors of attractiveness of the European Region, the Mediterranean Region, the East Asian Region, and the South Asian Region are shown. In addition, cultural tourism is developing in France, Hungary, Italy, Spain, Portugal, where it is considered as one of the priority areas of activity.

The author concludes that international cultural tourism is steadily developing and can have a very positive effect for many countries. At the same time, the intensive development of cultural tourism is associated with the increased need of people to expand their knowledge in various fields, as well as to increase their intellectual level. The development of international cultural tourism is supported by various incentives, in particular: tax exemptions; simplification of border and customs regime; creation of favourable conditions for investment; increase of budget allocations for infrastructure development; advertising in foreign markets; training; research, etc. Accordingly, the development of the international cultural tourism industry in countries and its regions is based on related types of tourism.

**Key words:** international tourism, cultural tourism, cultural exchange, tourism market, cultural services, cultural product.

В. Ю. СТЕПАНОВ

Харківська державна академія культури

ORCID: 0000-0001-5892-4239

## ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МІЖНАРОДНОГО КУЛЬТУРНОГО ТУРИЗМУ

У статті розглянуто основні тенденції, що впливають на розвиток міжнародного культурного туризму. Показано основні тенденції, що вплинули на розвиток міжнародного туризму. З'ясовано, що зростаючий рівень освіти збільшує прагнення людей до знання інших країн і народів, до розвитку постійних контактів з регіонами світу в різних сферах спілкування. Крім того, туристичні обміни між країнами підвищили попит на різноманітність, що базується на географічних та культурних відмінностях країн. Розглядаючи основні тенденції розвитку міжнародного туризму було відзначено, що останнім часом багато країн стали розвивати культурний туризм. Тобто культурна складова міжнародного туризму стала набувати підвищеного інтересу з боку туристів.

Розглянуто культурні фактори привабливості тих чи інших регіонів світу. Зокрема, показані основні фактори привабливості Європейського регіону, Середземноморського регіону, Східно-Азійського регіону, Південно-Азійського регіону. Крім того, набуває розвитку культурний туризм у Франції, Угорщині, Італії, Іспанії, Португалії де він вважається однією з найпріоритетніших сфер діяльності.

Автором зроблено висновок, що міжнародний туризм дедалі неухильно розвивається та може мати досить позитивний ефект для багатьох країн. При цьому інтенсивний розвиток культурного туризму пов'язаний зі збільшеною потребою людей в розширенні знань з різних напрямків, а також у підвищенні їх інтелектуального рівня. Розвиток міжнародного культурного туризму підтримується різними стимулами, зокрема: пільги з оподаткування; спрощення прикордонно-митного режиму; створення сприятливих умов для інвестицій; збільшення бюджетних асигнувань на розвиток інфраструктури; реклама на зарубіжних ринках; підготовка кадрів; проведення досліджень й ін. Крім того, розвиток індустрії міжнародного культурного туризму в країнах та його регіонах спирається на суміжні види туризму.

**Ключові слова:** міжнародний туризм, культурний туризм, культурний обмін, туристичний ринок, культурні послуги, культурний продукт.

### Statement of the Problem

Since the middle of the twentieth century, international tourism has acquired a new approach to its development due to the following factors: the economy has become the driving force of production; holidays have become standardized

and regulated; the same type of holidays have become widespread, etc. Due to the redistribution of the prevailing options for the development of the world economy, tourism has become the most productive and profitable area. Opening the Global Tourism Economics Forum, UNWTO Secretary-General Taleb Rifai stated that "in the current economic uncertainty, tourism is one of the few sectors in the world that is actively developing, stimulating economic progress in both developing and developed countries and, more importantly, creating much needed jobs...". At the same time, cultural tourism is gradually becoming one of the fastest growing sectors of the world economy in the international tourism market.

Currently, international cultural tourism accounts for about one third of the world's tourist flow. In particular, new directions of cultural tourism are constantly being formed in the international tourism industry. It should be noted that the motivation of "old" tourists is significantly different from the motivation of "new" tourists. The so-called "new type" of consumers of cultural tourism services is being formed and developed.

#### **Analysis of recent research and publications**

The conceptual definition of tourism was proposed by Swiss scientists W. Hunziker and K. Krapf. According to the concept of "general theory of tourism" by V. Hunziker and K. Krapf, "tourism is a system of phenomena and relations that arise as a result of people's travels as long as it does not lead to permanent resettlement and is not associated with any economic benefit..." [10]. Scientists have defined tourism as "a set of relations and phenomena that result from the movement of people and their stay outside their place of residence until it becomes a permanent residence and is not associated with income" [10].

Quite a similar definition of tourism is contained in the Hague Declaration on Tourism 1989 (Netherlands, 1989), that is: tourism "includes all free movements of people from their place of residence and work, as well as the sphere of services created to meet the needs arising from these movements..." [16].

The theoretical foundations of tourism as a science were developed by British researchers E. Cohen and J. Langkirk [6-8, 15]. The continuation of the developments of the British school were the works of D. Pearce in his works "Tourism Today", "Tourism Development", "Tourism Organizations" the scientist developed a theoretical model of tourism as an integral system [20-22].

In the research, scientists conduct a comparative analysis of national markets of tourist services in different countries of the world and their integration with the international market of cultural tourism services.

Exploring the demand of tourists R. Prentice concluded that in general, international tourism is associated with a cultural destination. He notes that "cultural tourism based on impressions is rapidly becoming one of the independent types of tourism..." [18]. In particular, R. Prentice concludes that cultural tourism is based on the search for the "real" and is an "emotional experience".

In the opinion of J. Craik, "As such, cultural tourism is a cultural industry in the sense that it sells a cultural product to tourists as a cultural experience..."[4]. The supporters of this approach (Ioannides D., Debbage K., Hughes H. L.), emphasize that "the inability to see in tourism a potential cultural component means the inability to understand the key position of consumption as a modern sign of expressiveness, as well as the emergence of "cultural" (or symbolic) capital, a collection of impressions to convey meaning and to demonstrate social preferences and principles of life" [9, 11].

Analysis of scientific sources proves that in their works scientists consider international tourism and cultural tourism as a single process in international tourism activities.

#### **Formulation of the Research Objective**

The aim of the work was to consider the main trends affecting the development of international cultural tourism.

Presentation of the main research material

To consider the development of international cultural tourism, first of all, we note the main trends that have influenced the development of international tourism [2, 27]:

1. The tourist market has turned into a market of buyers. The activities of tourism enterprises have become aimed at maximum customer satisfaction. At the same time, the demand for an independent way of spending holidays is constantly growing. It is focused on the possibility of choice and flexibility in the organization of recreation.

2. The widespread use of new technologies in tourism has allowed the use of computer reservation systems, which has created a flexible alternative to classic tours. At the same time, new technologies are becoming increasingly important as sales channels for tourism products.

3. Countries that develop tourism business to increase competitiveness began to use more brands (trademarks).

4. Traditional beach tourism is gradually being replaced by a balanced combination of active, cultural and educational tourism.

5. There was an increase in the number of potential consumers of tourism services. The level of education has increased, which is directly related to the desire to travel and get acquainted with the culture, art, religion of other countries and peoples.

6. The segmentation of the market of vacationers on the principle of differences in cultural lifestyle, etc. has intensified.

Thus, tourist activity is directly dependent on the level of income and education of consumers, which affects the growth of tourist demand. The growing level of education increases the desire of people to know other countries and peoples, to develop permanent contacts with the regions of the world in various spheres of communication. Thanks to the influence

of people on each other, a new way of life is formed, which affects the development of international tourism. The new tourist tends to consume more, but not material values, but impressions through culture, knowledge and services [16].

From the economic point of view, the basic indicators characterizing the development of international tourism are the number of international tours and the amount of revenues from tourism [1, 12]. International tourism has become dependent on the volume of demand and differentiation of the tourism product.

Since 2000, the map of international tourism has undergone changes [13, 16, 27]. The main international tourist flows are directed to Europe, North America and North-East Asia. At the same time, Europe still holds the first place in international tours.

In addition, interest in the culture of East Asia and the Pacific, as well as in the culture of Africa and the Middle East has increased significantly. At the same time, the region of Asia and the Pacific is experiencing a period of rapid development, which makes changes to the "tourist" map of the world [19, 27].

Crossing the borders of their countries, tourists want to see something different from what they see in their own country. Tourist exchanges between the countries have increased the demand for diversity based on geographical and cultural differences of the countries. That is, the cultural component of international tourism began to acquire increased interest from tourists [5, 27].

According to scientists (P. A. Brymer, J. Bowen, F. Kotler, J. Walker and others), international cultural tourism, as a type of travel, began to be carried out for recreation, educational, cultural or specialized purposes. At the same time, the number of potential consumers of cultural services far exceeds the number of real travellers. This gives reason to believe that cultural tourism has growth prospects [24].

In particular, the development of international cultural tourism has been influenced by the following main trends: the development of interstate relations and cultural exchange between countries, the expansion of interpersonal relations between and within regions of the world; expansion of business meetings and trips for educational and cultural purposes; employees receiving longer vacations with the intensification of work; cheaper travel due to the improvement of all modes of transport; improving the material and cultural level of the population; technological progress in

The geography of international cultural tourism has been significantly influenced by the cultural factors of attractiveness of certain regions of the world [16, 27]. In particular, the main factors of attractiveness of the European region are: a large number of historical and cultural monuments; many ski resorts; high level of service; highly developed infrastructure; simplified tourist formalities; availability of many different tours, including those with visits to more than one country [5, 27].

The main factors of the attractiveness of the Mediterranean region are: favourable climate; warm sea; subtropical vegetation; the ability to combine recreation by the sea with cultural and educational tourism or rehabilitation (treatment); historical and cultural monuments; developed pilgrimage tourism; favourable taxation system; modern banking system [5, 27].

The main factors of attractiveness of the East Asian region are: historical and cultural monuments that differ significantly from European ones; rich history; several climatic zones; exotic flora and fauna; unusual cuisine [5, 16, 26, 27].

The main factors of attractiveness of the South Asian region are: historical and cultural monuments; diverse flora and fauna; the possibility of beach holidays in winter; low prices for electronics, household appliances, clothing, food and cultural services [5, 16, 26, 27].

Thus, the future of the European tourist region looks promising. Europe is a region with a high level of tourist activity. This can be explained by the fact that Europe includes a large number of countries. European citizens have sufficient income to travel, have high life expectancy and long vacations. It is expected that the European tourism market will maintain the pace of development of international cultural tourism. For example, two European countries, Italy and Spain, are considered among the most promising for foreign investment in their cultural tourism industry [5, 16, 23].

Despite the attractiveness of Europe, Central and South America are quite promising regions with an average growth rate of international cultural tourism. This is explained by the favourable economic forecasts of experts for the countries of these regions [5, 16, 26, 27].

South Asia, East Asia and the Pacific are the regions that can improve the growth rate of international travel. In these regions, the following countries are particularly prominent: Korea, Hong Kong, Taiwan, Singapore, Thailand, Malaysia, Indonesia and China. According to forecasts. These countries are able to maintain and continue overall economic growth. At the same time, the welfare of the population improves, which, in turn, leads to the fact that people have money that they can spend on travel [5, 17, 26, 27].

An important point in the development of international cultural tourism is the state policy in the field of support and development of small business. Note that the average number of employees in a small business is insignificant. At the same time, employees show a lot of ingenuity, work more cost-effectively and implement meaningful recreation programs. In addition, small business wins in the competition due to the proactive response to changing market conditions. In particular, small business quickly fills the gaps that arise as a result of shifts in the needs of the population [12, 26].

Considering the main trends in the development of international tourism, it was noted that recently many countries have begun to develop cultural tourism. For example, Turkey, Croatia and Singapore have developed and adopted strategies for the development of cultural tourism. Cultural tourism in France, Hungary, Italy, Spain and Portugal is considered to be one of the priority spheres of activity that contribute to GNP [5, 14, 16, 26, 27].

The wide development of the cultural tourism industry has led to the practice of declaring "cultural capitals" of the world. For the last 20 years, the cultural capital of the world has been declared every year. That is, the city that has achieved the greatest success in the development of culture and, accordingly, tourism. As part of the festive programs, various festivals, holidays and other events began to be held in the city ("cultural capital"), which significantly contribute to the development of the international cultural tourism industry and increase revenues [13]. At the same time, the "passive" desire of tourists has been replaced by their desire for "active" recreation.

In the early 80's, during the economic downturn in Europe, political circles often heard statements that culture requires money and does not give any income. It was believed that it was necessary to save on culture, because spending on culture is voluntary. In this situation, the first studies on the economic role of art were conducted, the task of which was to justify the existence of art and outline a strategy for its protection [26].

Since the mid-80s in Europe, scientists have made a number of attempts to determine the economic role of culture. The following studies appeared: "The economic importance of cultural institutions in Zurich" (Zurich, 1984); "The economic importance of professional arts in Amsterdam" (Amsterdam, 1985); "The role of culture in the economy" (North Rhine-Westphalia, 1991-1992) [1, 12, 25]. Studies have shown that during the reporting period, the cultural sector grew faster than other sectors and often more than twice as fast as traditional sectors of the economy [14]. For example, the development of such cities as Glasgow, Pittsburgh, Boston, Baltimore, Frankfurt, Cologne, Barcelona, Liverpool, Rotterdam and Lille showed that culture could become a generator of socio-economic development [19, 27].

Being the largest industrial centres, these cities have lost their economic importance for one reason or another. With the strong support of governments and private investors, they gradually turned into cultural centres. In particular, culture is associated with a high standard of living. Along with the "cultural industry" in the marketing strategies of these cities, special attention was and is paid to museums, art galleries and theatres, artists and just creative people [16, 27].

The restoration of the image of cities was largely helped by attracting investment in the arts, as well as new cultural programs. At the same time, another option to support the sphere of culture has been developed. We are talking about the so-called "volunteers" employed at the objects of cultural display [3]. All this confirmed the thesis that the development of international cultural tourism can become a kind of catalyst for the economic development of not only individual cities, but also entire countries [26, 27].

### Conclusions

Consideration of the main trends affecting the development of international cultural tourism showed that international cultural tourism is steadily developing. Its development can have a very positive effect on countries (regions) and thus contribute to their development. At the same time, the intensive development of cultural tourism is associated with the increased need of people to expand their knowledge in various fields, as well as to increase their intellectual level.

Developed culture is of great importance both for the development of international cultural tourism and for the overall socio-economic development of countries. This development is supported by various incentives, in particular: tax benefits; simplification of the border and customs regime; creation of favourable conditions for investment; increased budget allocations for infrastructure development; advertising in foreign markets; training; research, etc. At the same time, the development of the international cultural tourism industry in countries and its regions is based on related types of tourism, which is the subject of further research.

### References

1. *Appreciating the Arts. The Social and Economic Significance of the Professional Arts for Amsterdam*. Stichting AmsterdamUitBuro, 1996.
2. Buhalis D. *Accessible Tourism: Aspects of Tourism* / Dimitrios Buhalis. – Channel View Publications, 2010. – 336 p.
3. *City and culture – Cultural Processes and Urban Sustainability*. Annual report of the Swedish Urban Environment Council, 1992. – P. 21
4. Craik, J., 1995, Are there cultural limits to tourism?, *Journal of Sustainable Tourism*, 3. – P. 8.
5. *Culture and Tourism*//[www.nigeria-consulate-ny.org/culture/m\\_culture\\_tourist.htm](http://www.nigeria-consulate-ny.org/culture/m_culture_tourist.htm).
6. Cohen E. Contemporary tourism – trends and challenges: sustainable authenticity or contrived post-modernity? // *Tourism: Critical in the Social Sciences*. Vol. I /ed. By S. Williams. – London; N.Y.: Routledge, 2004.
7. Cohen E. Phenomenology of tourist experiences // *The Journal of British Sociological Association*. 13(1979): P. 179–201.
8. Cohen E. Who Is a Tourist? A Conceptual Review // *Sociological Review*. – 1974. Vol. 22.
9. Hughes, H.L., 1998, Theatre in London and the inter-relationship with tourism, *Tourism Management*, 19, P. 445–452.
10. Hunziker W., Krapf K. *Grundriss der Allgemeinen Fremdenverkehr* – Zürich, 1942.
11. Ioannides, D., Debbage, K., 1997, Post-Fordism and flexibility: the travel industry polyglot, *Tourism Management*, 18, P. 229–241.
12. *Kulturwirtschaft m Nordrtein-Westfalen. Kultureller Arbeitsmarici und Verflechtimgen,- Ministerium für Wirtschaft und Mitfelsland, Techoologic imd Verkehr des Landes Noidrhein-Westfalen, Dusseldorf, 1998;*



13. Kronenberg C. Change Management in Tourism: From 'Old' to 'New' Tourism / C. Kronenberg, S. Müller, M. Peters, B. Pikkemaat, K. Weiermair. – Erich Schmidt Verlag GmbH & Co, 2008. – 320 p.
14. Kotler P. Marketing for Hospitality and Tourism / P. Kotler, John T. Bowen, James C. Makens. – Prentice Hall PTR, 2010. – 683 p.
15. Lengkeek J. On the multiple realities of leisure, a phenomenological approach to the otherwise of leisure – 19(1996): P. 23–40.
16. Moufakkir O. Tourism, Progress, and Peace / Omar Moufakkir, Ian Kelly. – CAB International, 2010. – 256 p.
17. Ministry of Tourism and Sports of Thailand [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.mots.go.th>.
18. Prentice R. Cultural tourism as design, authenticity and impressions / Cultural tourism: the convergence of culture and tourism on the threshold of the 21st century: / Ed. J. Braun, V. Andersen, V. Gordina. – St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg State University of Economics, 2001. – P. 30
19. Pearce D. Tourist development. - New York: Longman Scientific and technical, 1995. – P. 121
20. Pearce D. Tourist Development, Longmen, 2 nd end 1989. – 293 p.
21. Pearce D.G. and Butler R.W. (eds) Contemporary Issues in Tourism Development Routledge, 1999. – 348 p
22. Pearce D.G. and Butler R.W. (eds) Tourism Research: Critiques and Challenges Routledge, 1992. – 312 p.
23. Richards G. Cultural tourism in Europe. – Wallingford: CAB International, 1996. – 337 p.
24. World-Tourism.org URL: <http://www.world-tourism.org>
25. Die wirtschaftliche Bedeutung der Züricher Kulturinstitute– Eine Studie der Jutius - Bar Sliftung Zürich, 1984;
26. WTO Study of Areas of Economic and Social Impact of International Tourism in Developing Countries. N.Y.
27. WTO World Tourism Barometer. Vol. 1. N. 1. – 14 p. UNWTO World Tourism Barometer, 2020.

## СОЦІАЛЬНІ ТА ПОВЕДІНКОВІ НАУКИ

УДК 331.108.26

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2022.3.25>

І. М. ГРІНЬКО

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ORCID: 0000-0002-8948-5686

МІЖГРУПОВА УЗГОДЖЕНІСТЬ ДУМОК МІЖНАРОДНИХ ЕКСПЕРТІВ  
У ВИБОРІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У статті розглянуто методику проведення міжгрупової узгодженості думок міжнародних експертів у виборі та впровадженні інноваційних енергетичних технологій. Обґрунтовано важливість та актуальність застосування цієї методики для впровадження інновацій в енергетичну систему України. Перелічено методики завдяки яким можна розрахувати рівень узгодженості думок експертів, у тому числі групи міжнародних експертів щодо доцільності впровадження інноваційних енергетичних технологій (однофакторний дисперсійний аналіз, розрахунок таких коефіцієнтів, як коефіцієнт конкордації Кендалла та коефіцієнт рангової кореляції Спірмена). Обґрунтовано важливість проведення однофакторного дисперсійного аналізу для отримання результатів міжгрупової узгодженості думок міжнародних експертів та детально здійснено опис усіх етапів його проведення з представленням формул розрахунку показників. Встановлено, що усі етапи дисперсійного аналізу для розрахунку міжгрупової узгодженості думок експертів мають проводитися послідовно, а саме: 1 етап – визначення залежної та незалежної змінної; 2 етап – розкладання розгорнутої повної дисперсії; 3 етап – вимірювання ефектів; 4 етап – перевірка значущості; 5 етап – інтерпретація отриманих результатів оцінювання. На відміну від існуючих досліджень науково-практичну цінність дослідження становить врахування роботи команди міжнародних експертів, тобто узгодженості думок експертів можна досягти навіть коли експерти працюють командами, наприклад перша команда міжнародних експертів – це науковці; друга команда – управлінці; третя – підприємці. У роботі наведено параметри та технічні характеристики інноваційних енергетичних установок завдяки яким експерти можуть проводити оцінювання енергетичних установок (технологій) щодо доцільності та важливості їх впровадження. Запропоновано регулярно вдосконалювати систему відбору міжнародних експертів та удосконалювати методики міжгрупової узгодженості думок для досягнення ефективності та результативності роботи міжнародних експертів і достовірності виставлення експертних оцінок.

**Ключові слова:** міжгрупова узгодженість думок (конкордація), експертне оцінювання, команда експертів, інноваційні енергетичні установки (технології), міжнародні експерти.

І. N. HRINKO

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Polytechnic Institute"

ORCID: 0000-0002-8948-5686

INTERGROUP CONSENSUS OF OPINIONS OF INTERNATIONAL EXPERTS  
IN THE CHOICE OF IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE ENERGY TECHNOLOGIES

The article examines the methodology of conducting intergroup consensus of the opinions of international experts in the selection and implementation of innovative energy technologies. The importance and relevance of the application of this technique for the introduction of innovations in the energy system of Ukraine is substantiated. Methods are listed thanks to which it is possible to calculate the level of agreement of the opinions of experts, including a group of international experts regarding the feasibility of implementing innovative energy technologies (one-factor variance analysis, calculation of coefficients such as Kendall's concordance coefficient and Spearman's rank correlation coefficient). The importance of conducting a one-factor variance analysis for obtaining the results of intergroup consistency of the opinions of international experts is substantiated, and a detailed description of all stages of its implementation is carried out with the presentation of formulas for calculating indicators. It was established that all stages of variance analysis for calculating the intergroup consistency of experts' opinions should be carried out sequentially, namely: 1st stage – determination of dependent and non-dependent variables; 2nd stage – expansion of the unfolded full variance; 3rd stage – measurement of effects; 4th stage – significance check 5th stage – interpretation of the obtained evaluation results. In contrast to existing studies, the scientific and practical value of the study is the consideration of the work of a team of international experts, i.e. consensus of experts' opinions can be achieved even when experts work in teams, for example, the first team of international experts is scientists; the second team – managers; the third is entrepreneurs. The work provides the parameters and technical characteristics of innovative power plants thanks to which experts can evaluate power plants (technologies) regarding the feasibility and importance of their implementation. It is proposed to regularly improve the system of selection of international experts and to improve the methods of intergroup agreement of opinions in order to achieve the efficiency and effectiveness of the work of international experts and the reliability of expert evaluations.

**Key words:** intergroup consensus of opinion (concordance), expert evaluation, team of experts, innovative energy installations (technologies), international experts.

### Постановка проблеми

Інновації в енергетиці є актуальним питанням сьогодення в Україні враховуючи складну ситуацію з електроенергією в самій країні та зважаючи на окупацію російських військ і руйнацію електричної інфраструктури держави. Важливим при виборі інноваційних енергетичних технологій чи інноваційної продукції для їх впровадження є залучення міжнародних експертів навіть з країн Європейського Союзу (далі – ЄС). Враховуючи той факт, що Україна стала експортером електроенергії для ряду країн ЄС – Румунії, Словаччини, Польщі. Перший експорт до країн ЄС відбувся 30 червня 2022 року завдяки об'єднанню національної енергосистеми з європейською мережею операторів постачання електроенергії. Згідно статистичних даних експорт електроенергії України зріс у 2,5 рази з 30 липня 2022 року. Орієнтовний обсяг експорту в такі країни як Румунія та Словаччина становить близько 125 МВт окремо в кожну країну. Україна є експортером електроенергії в Польщу (близько 210 МВт) та Молдову (до 200 МВт). Експортний обсяг всього з України електроенергії становить приблизно 660 МВт.

Українська енергосистема об'єдналася з європейською мережею операторів системи передачі електроенергії 16 березня 2022 року. І ця система називається European Network of Transmission System Operators for Electricity (скорочено – ENTSO-E) [1]. Тобто, відбулася вагомим подія в українській енергетиці за якою можна стверджувати, що з енергетичної точки зору Україна уже стала членом ЄС, тому думка міжнародних експертів з впровадження інноваційних технологій в енергетичну систему України є дуже важливою. Відповідно, постає питання досягнення консордації команди міжнародних експертів при виборі інноваційних енергетичних технологій для їх впровадження.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Міжгруповій узгодженості думок експертів (конкордації) присвячено чимало праць науковців. Вчені також досліджують ефективність роботи в командах та зокрема формування самих експертних команд, що є досить вагомим та важливим для досягнення узгодженості їхніх думок. Серед наукових праць щодо формування команд та ефективної роботи їх учасників варто виділити наступні праці вчених: В. О. Москаленка [2], Р. Р. Мухи [3], О. В. Рудинської та В. В. Белякової [4]. Ефективній роботі експертних груп та застосуванню методики експертних оцінок присвячені дослідження науковців: Р. Г. Селіверстова [5], О. І. Шерстюка [6], Р. В. Юринця [7], І. З. Савраса та Р. В. Юринця [8], О. І. Яшкіної [9]. Вважаємо, що питання міжгрупової узгодженості думок міжнародних експертів у виборі інноваційних технологій для їх впровадження є не достатньо вивченими. Також доцільно розглянути методику міжгрупової узгодженості думок експертів саме щодо вибору для впровадження інноваційних енергетичних установок, що є актуальним питанням сьогодення в Україні.

### Формулювання мети дослідження

Основною метою наукового дослідження є обґрунтування важливості досягнення міжгрупової узгодженості (конкордації) думок міжнародних експертів при виборі інноваційних енергетичних технологій (установок) для їх впровадження на практиці та розглянути методику проведення експертних оцінок та досягнення міжгрупової узгодженості думок міжнародних експертів при виборі ними інновацій для впровадження в енергетичну систему України.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Міжгрупова узгодженість та узагальненість думок міжнародних експертів або команди експертів з використанням розрахунку відповідної системи показників називається конкордацією. Розрахунок міжгрупової узгодженості думок експертів здійснюється завдяки застосуванню методів статистичного аналізу та результатів вибіркового спостереження використовуючи показники варіації даних, частотність чи показники центру розподілу. Для узгодженості думок міжнародних експертів у виборі інноваційних енергетичних установок для їх впровадження є доцільним здійснювати розрахунок: 1) коефіцієнта конкордації Кендалла; 2) коефіцієнта рангової кореляції Спірмена; 3) однофакторного дисперсійного аналізу.

Доречно в опитуванні щодо впровадження інноваційних енергетичних технологій, щоб брали участь більше ніж два міжнародних експерта, доцільно, щоб це була сформована команда міжнародних експертів, або навіть не одна команда міжнародних експертів. Найменувань інноваційних енергетичних технологій (установок) для вибору найкращої, також варто, щоб було більше ніж двоє. Відповідно, тоді матриця рангів наданих експертами буде сформована з  $m$  осіб – міжнародних експертів та  $n$  видів – інноваційних енергетичних технологій (установок) представлених для вибору їх впровадження. Матриця рангів матиме наступний вигляд, який представлений в табл. 1. Якщо бере участь в опитуванні об'єкта інноваційного впровадження декілька команд міжнародних експертів, то матриця рангів матиме вигляд як у табл. 2. Наприклад, коли доречно залучити до опитування експертів з різних галузей: науковці, управлінці, підприємці, чи представники влади з різних міністерств, у нашому випадку з Міністерства енергетики України тощо.

Міжнародні експерти для проведення оцінювання мають визначитися з системою показників, які більш широко належним чином характеризують особливості інноваційних енергетичних технологій/установок і їх відмінність один від одного. Варто зауважити, що чим більше параметрів взято для порівняння, тим детальніше буде проведено оцінювання інноваційної енергетичної технології, що вказуватиме на вищу точність якості впроваджених інновацій.

Для порівняння доцільно обирати саме ті параметри інноваційних енергетичних технологій (установок), які впливають на їх реалізацію. Команди міжнародних експертів мають колегіально визначитися з кількістю параметрів, які будуть обрані для порівняння. На нашу думку, доцільно обрати не менше 6 параметрів, які характеризують інноваційну енергетичну технологію (установку). Розглянемо приклад експертного оцінювання у якому представлено для вибору експертам три інноваційні енергетичні установки з шістьма параметрами для їх порівняння (табл. 3).

Таблиця 1

**Матриця рангів наданих міжнародними експертами (m) видам інноваційних енергетичних технологій/установок (n)**

Об'єкт інноваційного впровадження (вид інновації)	Команда міжнародних експертів			
	Міжнародний експерт 1	Міжнародний експерт 2	...	Міжнародний експерт m
Інноваційна енергетична установка № 1	$X_{11}$	$X_{12}$	...	$X_{1m}$
Інноваційна енергетична установка № 2	$X_{21}$	$X_{22}$	...	$X_{2m}$
Інноваційна енергетична установка № 3	$X_{31}$	$X_{32}$	...	$X_{3m}$
...	...	...	...	...
Інноваційна енергетична установка № n	$X_{n1}$	$X_{n2}$	...	$X_{nm}$

Таблиця 2

**Матриця дисперсійного аналізу доцільності впровадження інноваційних енергетичних технологій/установок при задіянні трьох команд міжнародних експертів**

Об'єкт інноваційного впровадження (вид інновації)	Перша команда міжнародних експертів (науковці)	Друга команда міжнародних експертів (управлінці)	Третя команда міжнародних експертів (підприємці)	...	m команда міжнародних експертів
Інноваційна енергетична установка № 1	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	...	$X_{1m}$
Інноваційна енергетична установка № 2	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$	...	$X_{2m}$
Інноваційна енергетична установка № 3	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	...	$X_{3m}$
...	...	...	...	...	...
Інноваційна енергетична установка № n	$X_{n1}$	$X_{n2}$	$X_{n3}$	...	$X_{nm}$

Таблиця 3

**Параметри інноваційних енергетичних установок за методикою експертного оцінювання**

Параметри інноваційної енергетичної установки	Одиниця виміру	Інноваційні енергетичні технології (установки)		
		Інноваційна енергетична установка А	Інноваційна енергетична установка В	Інноваційна енергетична установка С
$P_1$	Од. виміру <sub>1</sub>	$A_1$	$B_1$	$C_1$
$P_2$	Од. виміру <sub>2</sub>	$A_2$	$B_2$	$C_2$
$P_3$	Од. виміру <sub>3</sub>	$A_3$	$B_3$	$C_3$
$P_4$	Од. виміру <sub>4</sub>	$A_4$	$B_4$	$C_4$
$P_5$	Од. виміру <sub>5</sub>	$A_5$	$B_5$	$C_5$
$P_6$	Од. виміру <sub>6</sub>	$A_6$	$B_6$	$C_6$

У практичній діяльності в проведенні експертного оцінювання, коли експертне опитування проводять із задіянням декількох команд міжнародних експертів з різних галузей досить важливим є визначення ступеня міжгрупової узгодженості думок. Завдяки однофакторному дисперсійному аналізу можна отримати результати експертного оцінювання у міжгруповій узгодженості думок експертів і досягти конкордації. Варто зазначити, якщо в експертному опитуванні беруть участь лише дві експертні команди, то достатньо провести незалежну вибірку із використанням t-тесту Стюдента. Застосування однофакторного дисперсійного аналізу потрібно проводити в п'ять етапів (рис. 1).

На *першому етапі* проведення однофакторного дисперсійного аналізу для отримання результатів міжгрупової узгодженості думок міжнародних експертів необхідно здійснити пошук залежної (X) та незалежної змінних (Y) [11]. Залежною змінною є виставлення оцінок експертами, а незалежною є експертна група (команда), яка має значення I, II, III. В табл. 2, наприклад, комірка зі значенням  $X_{ij}$  пояснюється наступним чином, що оцінку інноваційній енергетичній установці проставив перший експерт з першої групи. Тобто,  $X_{ij}$  – це оцінка, яку виставив експерт i з групи j. Загальне середнє значення розраховується за формулою:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \left( \sum_1^n X_{i1} + \sum_1^k X_{i2} + \sum_1^c X_{i3} \right), \tag{1}$$

Середнє значення необхідно розраховувати окремо по кожній команді експертів (науковці –  $\bar{X}_I$ , управлінці –  $\bar{X}_II$ , підприємці –  $\bar{X}_III$ ). Значення N у формулі 1 вказує на загальну кількість експертів у трьох командах ( $N = n + k + c$ ).

<b>1 ЕТАП</b>	Визначення як залежної, так і не залежної змінної
<b>2 ЕТАП</b>	Розкладання розгорнутої (повної) дисперсії
<b>3 ЕТАП</b>	Вимірювання ефектів
<b>4 ЕТАП</b>	Перевірка значущості
<b>5 ЕТАП</b>	Інтерпретація отриманих результатів оцінювання

**Рис. 1. Етапи проведення однофакторного дисперсійного аналізу для отримання результатів міжгрупової узгодженості думок експертів**

Другий етап однофакторного дисперсійного аналізу ґрунтується на розкладанні повної (розгорнутої) дисперсії – розділення залежної змінної на варіацію, яка обумовлена відмінністю середніх значень між командами експертів і врахування обумовленої внутрішньо-групової мінливості. На цьому етапі повна варіація ( $SS_X$ ) розподіляється на дві компоненти варіації: 1) міжгрупову (міжкомандну) ( $SS_Y$ ), яка характеризує варіацію між категоріями змінної  $Y$  та 2) внутрішньо групову (внутрішньо командну) ( $SS_{\text{похибки}}$ ) – це варіація  $X$  у середині кожної команди експертів. Розрахунок повної (розгорнутої) варіації розраховується за формулою 2.

$$SS_X = SS_Y + SS_{\text{похибки}}, \quad (2)$$

де повна варіація, міжгрупову (міжкомандну) та внутрішньо групову (внутрішньо командну) – це:

$$SS_X = \sum_1^n (X_{i1} - \bar{X})^2 + \sum_1^k (X_{i2} - \bar{X})^2 + \sum_1^c (X_{i3} - \bar{X})^2,$$

$$SS_Y = n(X_{i1} - \bar{X})^2 + k(X_{i2} - \bar{X})^2 + c(X_{i3} - \bar{X})^2,$$

$$SS_{\text{похибки}} = \sum_1^n (X_{i1} - \bar{X}_1)^2 + \sum_1^k (X_{i2} - \bar{X}_2)^2 + \sum_1^c (X_{i3} - \bar{X}_3)^2.$$

На третьому етапі необхідно розрахувати вимір ефекту [11], тобто як змінні впливають одна ( $Y$ ) на другу ( $X$ ). Варто зауважити, що цей процес вказує на те, як сила впливу міжгрупової (міжкомандної) варіації ( $SS_Y$ ) впливає на повну варіацію ( $SS_X$ ). Вимір ефекту впливу змінних розраховується за наступною формулою (3). Ця формула має вигляд кореляційного відношення варіацій:

$$\eta^2 = \frac{SS_Y}{SS_X}, \quad (3)$$

При розрахунку виміру ефекту впливу змінних, коли кореляційне відношення ( $\eta^2$ ) дорівнює 0 – це вказує на те, що усі середні групові є рівними, тобто змінні не впливають одна ( $Y$ ) на другу ( $X$ ). Якщо ж кореляційне відношення ( $\eta^2$ ) дорівнюватиме 1, то це буде свідчити про міжгрупову (міжкомандну) мінливість, але в середині кожної команди (групи) ця мінливість буде відсутня. Згідно цієї методики кореляційне відношення змінюється в межах від 0 до 1. Мірою варіації  $X$  вважається  $\eta^2$ , яка пояснюється впливом незалежної змінної  $Y$ . Досягнення узгодженості думок експертів у різних команд (групах) характеризується відсутністю впливу змінної  $Y$  на змінну  $X$ . Змінна  $Y$  вказує про належність експерта до певної команди (науковці, управлінці, підприємці), а  $X$  – це думка експерта. Значення кореляційного відношення  $\eta^2$  має сягнути позначки 0,3, щоб стверджувати про узгодженість думок експертів у різних командах (групах) [10, с. 111–112].

На четвертому етапі проведення однофакторного дисперсійного аналізу в отриманні результатів міжкомандної узгодженості думок експертів перевіряється значущість нульової гіпотези ( $H_0$ ). При перевірці гіпотези середні за командами експертів повинні бути рівними при їх генеральній сукупності, тобто  $X_1 = X_2 = X_3$ . Перевірку нульової гіпотези ( $H_0$ ) варто проводити за наступною формулою (4) задіявши статистику ( $F$ ).

$$F = \frac{SS_Y / 2}{SS_{\text{похибки}} / (N - 3)} = \frac{MS_Y}{MS_{\text{похибки}} / (N - 3)}, \quad (4)$$

де  $MS$  – середній квадрат.

Дана статистика підпорядковується розподілу з урахуванням степенів свободи, які дорівнюють 2 і  $N-3$ . Вихідні дані для проведення однофакторного дисперсійного аналізу для наочності варто систематизувати у підсумкову табл. 4. Нульова гіпотеза ( $H_0$ ) буде відхилена у тому випадку, коли  $F_{\text{статистика}} > F_{\text{критичне}}$  [10, с. 112].

Таблиця 4

## Вихідні дані однофакторного дисперсійного аналізу для узгодження думок експертів

Джерело дисперсії	Сума квадратів	Степені вільності	Середній квадрат	F – статистика	Значення F-критерію Фішера
Міжгрупова / міжкомандна	$SS_T$	2	$MS_T$	$F$	$F$ -критичне
Внутрішньо групова / внутрішньо командна	$SS_{помилки}$	$N - 3$	$MS_{помилки}$		
Всього	$SS_x$	$N - 1$			

Інтерпретацію отриманих результатів оцінювання необхідно проводити на *n'ятому етапі* однофакторного дисперсійного аналізу [11]. Якщо після розрахунку нульової гіпотези щодо рівності групових середніх отримуюмо результат, який не варто відхиляти, то це свідчить, що незалежна змінна не має впливу на залежну змінну згідно статистичної значущості. Тоді, середні у командах експертів будуть відрізнятися, і думки експертів вважатимуться узгодженими в усіх трьох командах (науковці, управлінці, підприємці). Якщо ж після розрахунку нульової гіпотези отримуюмо результат, який потрібно відхилити, то це свідчить про ефект незалежної змінної на залежну. Ефект однієї змінної на іншу є статистично значущим. Тобто середнє значення залежної змінної буде різним для усіх груп незалежної змінної.

Наведемо приклад технічних характеристик інноваційних енергетичних технологій (установок) за якими й проводиться метод експертного оцінювання командою міжнародних експертів і обирається найкраща для впровадження.

Таблиця 5

## Технічні характеристики інноваційних енергетичних технологій (установок) за декількома варіантами

№ з/п	Параметри інноваційної енергетичної установки	Одиниця виміру	Інноваційна енергетична установка А	Інноваційна енергетична установка В	Інноваційна енергетична установка С
1	Маса виробу	кг	0,9	0,8	0,7
2	Швидкість обміну даними	МВт/сек	11	10	12
3	Тривалість роботи виробу від акумулятора	год	8	6	7
4	Об'єм виробу	дм <sup>3</sup>	0,15	0,20	0,18
5	Радіус дії	м	3,1	3,2	3,5
6	Тривалість функціонування виробу	років	6	7	5

Завдяки застосуванню методик узгодженості думок експертів, у тому числі команди експертів, можна скоординувати та узгодити дії учасників команди і досягти ефективних прийнятих рішень у виборі інноваційних технологій чи інноваційної продукції для їх впровадження. Варто зауважити, що завдяки конкордації також можна досягти інноваційного кадрового розвитку будь-якої як вітчизняної, так і міжнародної компанії [12, с. 275]. Це сприятиме зниженню витрат ресурсів та зростанню їхньої продуктивності праці.

## Висновки

Керівники команд експертів мають вдосконалювати систему відбору міжнародних експертів для того, щоб підвищувати ефективність та результативність роботи експертних команд. Методики узгодженості думок експертів (конкордацію) та виставлення ними оцінок інноваційним технологіям, які використовуються на практиці потрібно постійно перевіряти, удосконалювати та адаптовувати. Варто зауважити, що важливим є виявлення причин особливо коли достовірність проставлених експертами оцінок інноваціям піддаються сумніву. Це необхідно для досягнення ефективної узгодженості думок експертів. Слід зазначити, що поєднання експертних оцінок з математичними і статистичними методами є досить вагомим та ефективним інструментом в узгодженості думок експертів при виборі ними інноваційних технологій чи продукції. Ранжування вибору інноваційних енергетичних технологій (установок) потрібно здійснювати враховуючи три основні критерії – це перспективність, конкурентоспроможність, споживча цінність, усі інші критерії мають бути додатковими.

## Список використаної літератури

- Інтеграція у європейську електромережу ENTSO-E // Міністерство енергетики України. 2022. URL: <https://www.mev.gov.ua/reforma/intehratsiya-u-yevropeysku-elektromerezh-entso-e>
- Москаленко В. О. Сучасні підходи до формування команди проекту // Інтелект XXI. 2014. № 5. С. 78–86. URL: [dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1/3.pdf](https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1/3.pdf)
- Муха Р. А. Організація командної роботи на підприємстві, її переваги та недоліки // Глобальні та національні проблеми економіки. 2016. Вип. 12. С. 313–317. URL: <http://global-national.in.ua/archive/12-2016/66.pdf>

4. Рудінська О. В., Белякова В. В. Критерії й оцінка ефективної діяльності управлінської команди в сучасному багатопрофільному підприємстві // Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління. 2016. Т. 15. Вип. 3 (34). URL: <http://Downloads/120460-256509-1- PB.pdf>
5. Селіверстов Р. Г. Елементи теорії нечітких множин як засіб професіоналізації експертної діяльності в органах державного управління // Ефективність державного управління: зб. наук. пр. ЛРІДУ НАДУ. Львів: ЛРІДУ НАДУ, 2008. Вип. 16/17. С. 372–376.
6. Шерстюк О. І. Моделі та методи компетентісно-рольового формування команди проекту : автореф. дис. ... канд. тех. наук : 05.13.22 «Управління проектами та програмами»; Одеський нац. політех. університет. Одеса, 2017. 21 с.
7. Юринець Р. В. Економіко-математичне моделювання утворення експертних груп // Проблеми розвитку фінансової системи України в умовах євроінтеграції : матеріали ІV міжнар. наук.-практ. конф. Львів: ЛДФА, 2007. С. 336–338.
8. Юринець Р. В., Саврас І. З. Формування експертних груп з використанням економіко-математичних моделей рішень // Вісник соціально-економічних досліджень: зб. наук. пр. ОДЕУ / за заг. ред. М. І. Зверкова. 2008. № 30. С. 413–417.
9. Яшкіна О. І. Статистичні інструменти визначення узгодженості думок експертів в маркетингових дослідженнях // Економічний вісник Нац. техн. ун-ту України «Київський політех. інститут». 2013. № 10. С. 442–449.
10. Войтко С. В., Грінко І. М. Експерти в командній роботі: підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во "Політехніка", 2022. – 200 с.
11. Грінко І. М. Конкордація експертів – запорука успіху в розробці стратегій розвитку країн в Індустрії 4.0. // Економіка та суспільство. Електронне видання. 2021. № 28. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/515>. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-28-28>
12. Грінко І. М. Вибір інноваційних технологій командою міжнародних експертів з Індустрії 4.0 // Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи: зб. тез доп. ІІІ Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 08 груд. 2022 р. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2022. С. 274-275.

#### References

1. Integratsiya u yevropejs'ku elektromerezhnu ENTSO-E. MInisterstvo ehergetiki Ukrayini. 2022. Retrieved from: <https://www.mev.gov.ua/reforma/intehratsiya-u-yevropeysku-elektromerezhnu-entso-e>
2. Moskalenko V. O. Suchasni pidkhodi do formuvannya komandi proektu. Intelekt XXI. 2014. № 5. pp. 78–86. Retrieved from: [dSPACE.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1/3.pdf](https://space.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1/3.pdf)
3. Muha R. A. Organizatsiya komandnoyi roboti na pidpriemstvach, YiYi perevagi ta nedoliki. Global'ni ta national'ni problemi. 2016. Vip. 12. pp. 313–317. Retrieved from: <http://global-national.in.ua/archive/12-2016/66.pdf>
4. RudInc'ka O.V. KriteriYi j otsInka efektivnoYi dIyal'nostI upravlins'koYi komandi v suchasnomu bagatoprofil'nomu pIdpriemstvI / O.V. RudInc'ka, V. V. Belyakova. Rinkova ekonomika: suchasna teoriya I praktika 2016. Tom. 15. Vip. 3 (34). Retrieved from: <http://Downloads/120460-256509-1- PB.pdf>
5. Sellverstov R. G. Elementi teorii nechitkikh mnozhin yak zaslb profesionalizatsiYi ekspertnoYi dIyal'nostI v organakh derzhavnogo upravlnnya. EfectivnIst' derzhavnogo upravlnnya: zb. nauk, pr. LRIDU NADU. L'viv: LRIDU NADU, 2008. Vip. 16/17. pp. 372–376.
6. Sherstyuk O. I. ModelI ta metodi kompetentIsno-rol'ovogo formyvannya omandi proiektu : aftoref. dis. ... kand. tex. nauk : 05.13.22 «Upravlnnya proiektami ta programami»; Odes'kij nats. polltekh. Universitet. Odesa, 2017. 21 p.
7. Yurinets' R. V. EconomIko-matematichne modelyuvannya utvorennya ekspertnikh grup // Problemi rozvitku fInansovoyi sistemi Ukrayini v umovakh ievroIntegratsiYi: materIali IV mizhnar. nauk.-prakt. konf. L'viv: LDFA, 2007. pp. 336–338.
8. Yurinets' R. V., Savras I. Z. Formyvannya ekspertnikh hrup z vikoristannam ekonomiko-matematichnikh modelej / Visnik soctial'no-ekonomichnikh doslidzhen': zb. nayk. pr. ODEU / za zag. red. M. I. Zverova. 2008. № 30. pp. 413–417.
9. Yashkina O. I. StatistichI instrumenti viznachennya uzgodzhenosti dumok ekspertIv v marketingovikh dosIldzhennyakh // EkonomIchnij vIisnik Nats. tekh. unIversitetu Ukrayini. 2013. № 10. pp. 442–449.
10. Vojtko S. V., Hrinko I. M. Eksperti v komandnIj roboti: pidruchnIk. Kiyiv: KPI Im. Igorya Sikors'kogo, Vid-vo "Politehnika", 2022. 200 p.
11. Konnkordatsiya ekspertiv – zaporuka uspikhu v rozrobci stratehIYi rozvitky kraYin v IndustriYi 4.0 / Ekonomika ta suspil'stvo. Elektronne vidannya. 2021. № 28. Retrieved from: DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-28-28>
12. Hrinko I. M. VubIr InnovatsIjnikh tekhnlohIj komandoyu mizhnarodnikh ekspertiv z Industriyi 4.0 // Biznes, InnovatsIyi, menedyhment: problemi ta perspektivi: zb. tez dop. III Mizhnar. nauk.-prakt. konf., m. KiYiv, 08 grud. 2022 r. KiYiv : KPI Im. Ihoria Siorskogo, Vud-vo «Politehnika», 2022. pp. 274-275.

А. С. КАРНАУШЕНКО

Херсонський державний аграрно-економічний університет

ORCID: 0000-0003-1813-2792

Н. В. ГРЕБЕНЮК

Університет Короля Данила

ORCID: 0000-0002-7279-0625

В. С. ПЕТРЕНКО

Херсонський державний університет

ORCID: 0000-0001-8336-7665

## АГРОПРОМИСЛОВА ІНТЕГРАЦІЯ – ВАЖЛИВИЙ ЧИННИК ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

*Сільське господарство належить до провідних галузей АПК, ефективність розвитку якої визначає економічну та продовольчу безпеку України. Вихід сільськогосподарської галузі з кризи, яка охопила її ще в кінці минулого століття, вбачається в необхідності формування сприятливого інвестиційного клімату. Політична нестабільність держави та правова незахищеність вкладів інвестора не сприяють активізації інвестиційного ринку. Важливою умовою підвищення ефективності інвестиційної діяльності у сільському господарстві є його кооперація та інтеграція з переробною та харчовою галузями, потужними, як вітчизняними так і іноземними, виробничо-переробними об'єднаннями, які здатні залучати великі інвестиційні кошти, спрямовуючи їх на виконання інноваційно-інвестиційних проектів і програм.*

*Аграрно-промислова інтеграція є однією з основних форм інтенсифікації сільського господарства та переробної і харчової промисловості, методом покращення їх інвестиційної привабливості, поглиблення виробничих зв'язків та економіко-фінансових відносин між окремими учасниками об'єднання. Ефективне функціонування регіональних і міжрегіональних кластерів призведе до раціонального розподілу праці в межах окремих регіонів, створенню додаткових робочих місць, прискоренню темпів розвитку наукоємких технологій в сільському господарстві, раціональному використанню природних ресурсів.*

*Для прискорення процесу кластеризації необхідно внести відповідні корективи в державну і регіональну економічну політику, розробити спеціальні загальнодержавні і регіональні програми, більш активно проводити наукові дослідження в різних регіонах України з метою скорочення термінів вирішення цієї проблеми.*

*Аграрно-промислова інтеграція – це інноваційний напрям розвитку аграрних та переробних підприємств. Вона повинна охоплювати не тільки великі суб'єкти господарської діяльності, а й особисті селянські господарства, що дозволить більш ефективно використовувати природний та людський потенціал, спільну інфраструктуру, нові технології, сприятиме покращенню інвестиційного клімату в АПК.*

**Ключові слова:** інтеграція, агропромисловий комплекс, інвестиції, державна підтримка.

A. S. KARNAUSHENKO

Kherson State Agrarian and Economic University

ORCID: 0000-0003-1813-2792

N. V. GREBENIUK

King Danylo University

ORCID: 0000-0002-7279-0625

V. S. PETRENKO

Kherson State University

ORCID: 0000-0001-8336-7665

## AGRICULTURAL INTEGRATION IS AN IMPORTANT FACTOR OF THE INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF AGRICULTURE

*Agriculture is one of the leading sectors of the agro-industrial complex, the efficiency of which determines the economic and food security of Ukraine. The exit of the agricultural industry from the crisis that engulfed it at the end of the last century is seen in the need to create a favorable investment climate. The political instability of the state and the legal insecurity of investor deposits do not contribute to the activation of the investment market. An important condition for increasing the efficiency of investment activities in agriculture is its cooperation and integration with the processing and food industries, powerful domestic and foreign production and processing associations that are able to attract large investment funds, directing them to the implementation of innovative investment projects and programs.*



*Agrarian-industrial integration is one of the main forms of intensification of agriculture and the processing and food industry, a method of improving their investment attractiveness, deepening production ties and economic and financial relations between individual members of the association. Effective functioning of regional and interregional clusters will lead to a rational distribution of labor within individual regions, creation of additional jobs, acceleration of the pace of development of knowledge-intensive technologies in agriculture, rational use of natural resources.*

*To speed up the clustering process, it is necessary to make appropriate adjustments to the state and regional economic policy, develop special national and regional programs, more actively conduct scientific research in different regions of Ukraine with the aim of shortening the time frame for solving this problem.*

*Agricultural and industrial integration is an innovative direction of development of agricultural and processing enterprises. It should cover not only large entities of economic activity, but also individual peasant farms, which will allow more effective use of natural and human potential, common infrastructure, new technologies, will contribute to the improvement of the investment climate in the agricultural sector.*

**Key words:** integration, agro-industrial complex, investments, state support.

### Постановка проблеми

Економічна та соціальна кризи мають негативний вплив на розвиток аграрних підприємств. Перебудова АПК повинна мати масштабний інноваційний характер. В цей складний час назріла потреба у здійсненні комплексної реформи аграрного сектору економіки країни. Аграрно-промислова інтеграція – це інноваційний напрям розвитку аграрних та переробних підприємств.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вітчизняні вчені-економісти вважають, що особливу увагу необхідно звернути на розвиток сільських територій, активізувати діяльність обслуговуючих кооперативів та кооперативів при сільських громадах. Результати дослідження щодо проблем й перспектив розвитку інтеграційних процесів, відродження кооперативного руху в Україні, створення нових інтегрованих формувань висвітлені у працях провідних вітчизняних та зарубіжних вчених-економістів: Г.В. Спаський, І.В. Фурман, Я.В. Гонтарук, М.П. Бутко, В.С. Родіна, М.І. Пугачов, П.І. Гайдучього, А.О. Гуторова. М. Трейсі. Доведено, що для підвищення ефективності виробництва необхідно розвинути різноманітні форми кооперації між суб'єктами господарської діяльності, що сприяє більш раціональному використанню виробничого, людського та природного потенціалу.

### Формулювання мети дослідження

**Метою статті** є дослідження агропромислової інтеграції як основного чинника інвестиційної привабливості сільського господарства.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Сільське господарство належить до провідних галузей АПК, ефективність розвитку якої визначає економічну та продовольчу безпеку України. Вихід сільськогосподарської галузі з кризи, яка охопила її ще в кінці минулого століття, вбачається в необхідності формування сприятливого інвестиційного клімату, на який впливають політичні, соціальні, організаційно-економічні, географічні, природно-кліматичні, інноваційні та інші чинники. Активізація інвестиційної діяльності може здійснюватися за умов сталого розвитку сільськогосподарського виробництва, освоєння сучасних технологій, впровадження нових методів управління інвестиційними ресурсами в розвиток окремих сільськогосподарських формувань так і в сільськогосподарську галузь регіону. Політична нестабільність держави та правова незахищеність вкладів інвестора не сприяють активізації інвестиційного ринку.

Важливою умовою підвищення ефективності інвестиційної діяльності у сільському господарстві є його кооперація та інтеграція з переробною та харчовою галузями, потужними, як вітчизняними так і іноземними, виробничо-переробними об'єднаннями, які здатні залучати великі інвестиційні кошти, спрямовуючи їх на виконання інноваційно-інвестиційних проєктів і програм.

В останні роки кооперативний рух, за участю особистих і фермерських господарств та сільськогосподарських підприємств, набуває великого значення для суб'єктів господарювання від час обробітку ґрунтів або жнив, коли виникає необхідність не тільки своєчасно зібрати врожай, а й зберегти його та сформувати велику партію збіжжя з метою вигідної її реалізації. Оскільки більш рентабельними і конкурентоспроможними господарствами є ті, що збувають перероблену і готову до споживання продукцію, все більше аграрних товаровиробників прагнуть до інтеграції з переробними підприємствами. При цьому, враховується і той факт, що великі вітчизняні і зарубіжні інвестори, як правило, вкладають свої кошти не у виробництво сільськогосподарської продукції, а у переробну та харчову промисловість. В свою чергу, переробні та харчосмакові підприємства теж прагнуть до співпраці з аграрними структурами, так як зацікавлені у безперебійному забезпеченні сировиною власного виробництва. З цього ми робимо висновок, що така міжгалузєва аграрно-промислова інтеграція у певних адміністративно-територіальних межах може формувати регіональні продуктові підкомплекси, забезпечуючи продовольчу безпеку країни, та створюючи сприятливий інвестиційний клімат в окремих економічних районах.

Аграрно-промислова інтеграція, як економічна категорія, відображає систему, перш за все, інтересів між державою та інтегрованим формуванням; між підприємцями учасниками об'єднання; між інтегрованим формуванням і

суспільством. Неспівпадіння інтересів обов'язково призведе до протиріч у відносинах між вищеуказаними суб'єктами та неефективного функціонування об'єднання, що негативно вплине на інвестиційну привабливість регіону [1].

В залежності від багатьох чинників за організаційною будовою інтегровані об'єднання поділяються на корпоративні (акціонерні і холдингові структури) та асоціативні (асоціації, спілки, консорціуми, аграрно-промислові групи, кластери). Всі вони мають вплив на економічний і соціальний розвиток окремих територій та створюють умови для збільшення обсягів залучення інвестицій у розвиток АПК. Не дивлячись на незадовільну законодавчу базу та обмежену фінансову підтримку суб'єктів об'єднання з боку держави, інтегровані угруповання в Україні є, і їх кількість з кожним роком зростає. Прикладом інтегрованих формувань у Київській області є ТОВ «Роп-Агросервіс», ТОВ «Зеніт», СВАТ «Агрокомбінат «Калита», в Криму успішно діє «Агрокомбінат «Станіславський», в Харківській області функціонує СВАТ «Агрокомбінат» Слобожанський». Такі та інші інтегровані об'єднання є в усіх регіонах України, але їх розвиток потребує державної підтримки та наукових досліджень, що дали б відповідь на питання: які саме інтегровані угруповання найбільш ефективно діятимуть в тому чи іншому регіоні країни.

Наші дослідження свідчать, що на півдні України, де розвинуте сільське господарство і є потужна переробна інфраструктура, доцільно створювати кластерні угруповання. Цьому також сприяє наявність зрошуваної системи у регіоні, що є власністю держави і якою спільно користуються товаровиробники незалежно від форм власності господарств.

Політика створення кластерів знайшла поширення в 90-х роках ХХ століття в країнах Європи, має місце в Бразилії, Чілі та багатьох інших країнах світу. У США теорію кластерів вважають одним з ключових інструментів економічного розвитку окремих галузей. Щодо України то це явище тільки починає вивчатись.

Розуміння сутності кластеру знайшло своє відображення у постанові Президії НАН України «Про формування та функціонування інноваційних кластерів в Україні» де зазначено, що кластери є типом інноваційної структури, яка визначається як юридична особа будь якої організаційно-правової форми, і діє у відповідності до законодавства України, або група юридичних осіб, яка діє на основі договору про спільну діяльність без створення юридичної особи та без об'єднання вкладів її учасників, з визначеною галуззю діяльності та типом функціонування, організованими на створення та впровадження наукоємкої конкурентоспроможної продукції [2].

Отже кластерний тип аграрно-промислової інтеграції є якісно новим, так як базується на процесах самоорганізації та адаптації товаровиробників до нових умов і перш за все в зв'язку з вступом України до СОТ, посиленням інтеграційних зв'язків з Євросоюзом та посиленням як внутрішньої так і зовнішньої конкуренції.

Створення кластерів у тому чи іншому регіоні повинно передбачати розробку ряду заходів з боку держави та регіональних органів влади: прийняття відповідних законів та нормативних актів, проведення роз'яснювальної роботи серед громадськості і на підприємствах, створення інноваційної інфраструктури, підготовку та перепідготовку кадрового потенціалу [3].

Специфіка розвитку сільського господарства на сучасному рівні характеризується тим, що фермерські та одноосібні селянські господарства виробляють значно більше сільськогосподарської продукції і сировини, ніж сільськогосподарські підприємства. Отримавши від держави пайові земельні наділи у розмірах, які інколи сягають 50 і більше гектарів орної землі на кожну окрему сільську сім'ю, вони займаються товарним виробництвом і є основними виробниками овочевої, плодоягідної, м'ясної, молочної та іншої продукції в регіоні та основними постачальниками сировини на переробні підприємства. До того ж селяни є єдиними власниками сільськогосподарських угідь, за винятком держави. Тому ми вважаємо що селяни – одноосібники, за їх особистим бажанням, повинні бути рівноправними учасниками кластерних сільськогосподарських або ж сільськогосподарсько – переробних об'єднань (рис. 1).

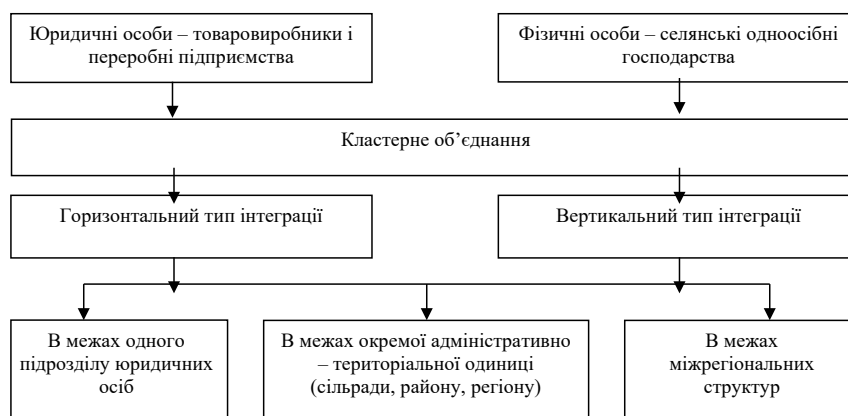


Рис. 1. Схема побудови кластерних об'єднань

В економічній літературі внутрігалузове об'єднання товаровиробників умовно називають горизонтальною інтеграцією або ж міжгосподарською кооперацією. Інтеграція суміжних галузей, сільського господарства і промисловості, дістала назву вертикальної інтеграції, яку ще називають агропромисловою [9], [10].

Як в першому, так і в другому випадку інтегровані підприємства, поєднанні між собою договірними зобов'язаннями без втрати статусу юридичної особи кожним з них, будуть мати назву кластерних угруповань, об'єднаних добровільно задля досягнення, перш за все, економічних вигід.

В умовах зростаючої конкуренції між регіонами за залучення інвестицій, головний напрямок інвестиційної політики регіону повинен бути спрямований на привернення уваги до себе з боку як вітчизняних так і іноземних інвесторів. Саме формування сильного іміджу регіону слід розглядати у якості однієї з умов досягнення ним стійких ринкових позицій. З цією метою регіональні органи влади усе частіше звертаються до маркетингу як до технології демонстрації інвестиційної привабливості сільського господарства в регіоні та забезпечення конкурентних переваг на тих чи інших адміністративних територіях.

Інвестиційний клімат в сільському господарстві формується під впливом інвестиційної привабливості всього регіону (рис. 2) і залежить від таких чинників, як економічний розвиток регіону, економічна ефективність використання інвестиційних ресурсів в регіоні та сільському господарстві, наявність галузевих виробничих потужностей та їх використання, вплив органів місцевої влади на розвиток підприємства та їх об'єднань.

Надзвичайно великий вплив на формування інвестиційного клімату окремих територій регіону має естетичний стан населених пунктів, культура землеробства, екологічний стан території, розвиненість ринкової інфраструктури, ділова активність місцевого населення, наявність трудових ресурсів, функціонування кооперативних та інтегрованих виробничих структур.



Рис. 2. Середовище формування інвестиційного клімату в сільському господарстві регіону

Важливим напрямом покращення інвестиційної привабливості сільських територій має бути прискорення інтеграційних процесів, впровадження інвестиційних екологічних ресурсозберігаючих технологій, створення умов для працюючого персоналу, залучення додаткових інвестиційних коштів в розвиток соціальної і комунальної інфраструктури.

Потенційними ініціаторами створення інтегрованого об'єднання може бути держава, зовнішні, щодо АПК інвестори, аграрні, переробні та інші формування, які входять в агропромисловий комплекс. При цьому, держава не може самостійно, без згоди інших ініціаторів інтеграційного процесу, здійснювати об'єднанчі заходи, так як кожний з учасників майбутнього угруповання повинен чітко уявляти його ціль та економічні вигоди в межах нової структури.

Держава зацікавлена у створенні таких об'єктів, так як відбувається [4]:

- забезпечення продовольством високої якості та послугами населення території;
- забезпечення робочими місцями, послаблення соціальної напруги в сільській місцевості;
- отримання податків від господарської діяльності інтегрованого формування;
- участь в регіональних програмах соціально-економічного розвитку.

При цьому державна підтримка сільських товаровиробників полягає у:

- збільшенні обсягів бюджетування з метою відтворення матеріально-технічної бази та побудові відповідної інфраструктури;
- створенні на законодавчому рівні умов покращення інвестиційної привабливості сільськогосподарської галузі;
- стимулюванні впровадження інноваційних технологій у виробництво;
- удосконаленні методів кредитування товаровиробників;
- стимулюванні товаровиробників в покращенні родючості земель сільськогосподарського призначення.

Крім цього, на думку авторів, держава повинна більш активно втручатись в розбудову сільськогосподарської галузі, брати участь в управлінні інтеграційними процесами та їх інвестуванні. Держава повинна бути представлена

в такому угрупованні як рівноправний суб'єкт господарської діяльності. Це пов'язано з тим що вона є одним з основних інвесторів в сільськогосподарську галузь і повинна дієво впливати через своїх представників в інтегрованих формуваннях на ефективність використання інвестицій, здійснювати контроль за цільовим використанням коштів та їх своєчасним поверненням, за користуванням державними об'єктами інфраструктури. Особливого значення має набути контроль з боку держави за використанням на півдні України зрошуваної та дренажної систем, дощувальної техніки, свердловин, що використовуються на місцевому зрошенні а також водних об'єктів, які належать державі і якими, майже безкоштовно, користуються аграрники. Здійснюючи контроль за використанням земельних і водних ресурсів, держава повинна здійснювати ліцензування господарської діяльності аграрних підприємств та орендних колективів. Це змусить їх бережно відноситись до використання цих ресурсів, застосовуючи науково обґрунтовані сівозміни та режим зрошення для окремих сільгоспкультур.

Великою перевагою аграрно-промислових кластерів над іншими інтегрованими об'єднаннями є те, що до співпраці з аграрними та переробними підприємствами залучаються особисті селянські господарства [5].

Сучасні умови розвитку сільського господарства вимагають формування ресурсного потенціалу та його ефективного використання з метою задоволення зростаючого попиту населення на продукти харчування. І в цьому процесі важливу роль відіграють особисті селянські господарства, які майже повністю задовольняють потреби населення країни у таких продуктах як м'ясо, молоко, яйця, овочі, фрукти тощо.

В зв'язку з отриманням в результаті роздержавлення і приватизації земельних та майнових паїв більшість селян стали виробляти значно більше сільськогосподарської продукції, ніж потрібно їм для власного споживання. Являючись складовою частиною соціально-економічної структури аграрного сектору економіки, особисті селянські господарства на рівних конкурують з великими сільськогосподарськими підприємствами, реалізуючи на ринках збуту більш дешеву та якісну продукцію. Разом з тим, не маючи, належної інформації про зміни кон'юнктури на ринках, селяни виробляють, як правило, надлишок продукції, яка не користується попитом. Це призводить до втрат виробленої продукції, її знецінення та фінансових збитків товаровиробників. Ще одним чинником, що негативно впливає на економічний розвиток особистих селянських господарств є їх невеликий розмір та незначні прибутки. Тому вони не мають можливості закуповувати техніку, насіння, добрива та інші засоби виробництва за низькими оптовими цінами. Кооперуючись між собою могли б більш ефективно використовувати ресурсний потенціал, а співпраця з мережевими структурами на договірних засадах дала б змогу їм мати гарантійний ринок збуту та отримувати за нижчими, оптовими цінами засоби виробництва [6]. Розвиваючись, особисті селянські господарства могли б надавати нові робочі місця своїм безробітним односельцям, зменшуючи соціальну напругу у сільській місцевості.

Виробничий досвід та підприємницька діяльність показують, що переробні та харчосмакові підприємства без використання ресурсу особистих господарств населення не здатні не тільки до розширеного виробництва, а й до функціонування з мінімальною прибутковістю [7]. Тому м'ясо – та м'ясопереробні підприємства вбачають своє подальше економічне зростання тільки у співпраці з господарствами населення, які характеризуються стійкістю постачання сировини. Таким чином, великі сільськогосподарські, фермерські, особисті селянські господарства та переробні і харчосмакові підприємства не є антиподами. Їх виробнича діяльність доповнює одна одну, створюючи в країні потужний аграрно-переробний потенціал.

Аграрно-промислова інтеграція є однією з основних форм інтенсифікації сільського господарства та переробної і харчової промисловості, методом покращення їх інвестиційної привабливості, поглиблення виробничих зв'язків та економіко-фінансових відносин між окремими учасниками об'єднання. Ефективне функціонування регіональних і міжрегіональних кластерів призведе до раціонального розподілу праці в межах окремих регіонів, створенню додаткових робочих місць, прискоренню темпів розвитку наукоємких технологій в сільському господарстві, раціональному використанню природних ресурсів.

Досвід створення кластерних структур на Поділлі, Прикарпатті, Криму, Дніпропетровській, Миколаївській, Херсонській та інших областях України свідчить про складність цього процесу, який гальмується відсутністю відповідної законодавчої бази, слабкістю партнерських відносин між органами місцевої та державної влади, недостатньою фінансовою підтримкою з боку держави, відсутністю ініціатив регіональних органів влади та іншими негативними чинниками.

Для прискорення процесу кластеризації необхідно внести відповідні корективи в державну і регіональну економічну політику, розробити спеціальні загальнодержавні і регіональні програми, більш активно проводити наукові дослідження в різних регіонах України з метою скорочення термінів вирішення цієї проблеми.

#### **Висновки**

Аграрно-промислова інтеграція – це інноваційний напрям розвитку аграрних та переробних підприємств. Вона повинна охоплювати не тільки великі суб'єкти господарської діяльності, а й особисті селянські господарства, що дозволить більш ефективно використовувати природний та людський потенціал, спільну інфраструктуру, нові технології, сприятиме покращенню інвестиційного клімату в АПК.

З огляду на те, що в аграрному секторі регіонів особисті селянські господарства займають важливе місце у виробництві сільськогосподарської продукції, а держава є власником значної частини ринкової інфраструктури,

доцільно поряд з іншими інтегрованими об'єднаннями створювати кластери в межах АПК з участю кооперативів селянських господарств та держави, як власника ринкової та виробничої інфраструктури.

#### Список використаної літератури

1. Спаський Г.В., Швець А.А. Формування та розвиток інтеграції агропромислового виробництва в умовах євроінтеграції. *Економіка АПК*. 2019. С. 97–107.
2. Фурман І. В. Механізм управління організаційною взаємодією підприємств системи АПК. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2021. № 3. С. 40–47.
3. Гонтарук Я.В. Перспективи розвитку виробничого потенціалу підприємств агропромислового сектору на основі досвіду «Всеукраїнського наукового-навчального консорціуму». *Colloquium-journal*. 2020. № 20. С. 16–24.
4. Rusnak, A. V., Karnaushenko, A. S. and Petrenko, V. S. (2018), "Legislative support of innovation activity in Ukraine: problems and ways to overcome them", *Efektivna ekonomika*, 10, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6574> (accessed 05 Feb 2020). DOI: 10.32702/2307-2105-2018.10.2
5. Боровік Л.В., Танклевська Н.С. Вплив інвестиційної політики на формування екологічного інвестиційного потенціалу сільського господарства. *Інтелект XXI*. № 3. 2019. С. 121–125.
6. Петіна Л.В. Державне регулювання інвестиційної діяльності аграрної сфери Херсонської області. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2010. № 1(52). С. 209–214.
7. Петренко В. С.; Карнаушенко А. С. Розвиток спільних аграрних підприємств України. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Економіка*, 2017, 22, Вип. 9: 42–46.

#### References

1. Spassky G.V., Shvets A.A. (2019). Formuvannya ta rozvytok intehratsiyi ahropromyslovoho vyrobnytstva v umovakh yevrointehratsiyi [Formation and development of the integration of agro-industrial production in the conditions of European integration]. *Ekonomika APK - Economy of agro-industrial complex*. P. 97–107.
2. Furman I. V. (2021). Mekhanizm upravlinnya orhanizatsiyoyu vzayemodiyeyu pidpryyemstv systemy APK [Mechanism of management of organizational interaction of enterprises of the agro-industrial complex system]. *Visnyk Khmel'nyts'koho natsional'noho universytetu - Khmelnytskyi National University*. No. 3. P. 40–47.
3. Hontaruk Y.V.(2020). Perspektyvy rozvytku vyrobnychoho potentsialu pidpryyemstv ahropromyslovoho sektoru na osnovi dosvidu «Vseukrayins'koho naukovo-navchal'noho konsortsiumu» [Prospects for the development of the production potential of enterprises in the agro-industrial sector based on the experience of the "All-Ukrainian Scientific and Educational Consortium"]. *Solloquium-journal*. No. 20. P. 16–24.
4. Rusnak, A. V., Karnaushenko, A. S. and Petrenko, V. S. (2018), "Legislative support of innovation activity in Ukraine: problems and ways to overcome them", *Efektivna ekonomika*, 10, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6574> (accessed 05 Feb 2020). DOI: 10.32702/2307-2105-2018.10.2
5. Borovik L.V., Tanklevska N.S. (2019). Vplyv investytsiyanoi polityky na formuvannya ekolohichnoho investytsiynoho potentsialu sil's'koho hospodarstva [The influence of investment policy on the formation of ecological investment potential of agriculture]. *Intelekt XXI - Intelligence XXI*. No. 3. P. 121–125.
6. Petina L.V.(2010). Derzhavne rehulyuvannya investytsiyanoi diyal'nosti ahraryoi sfery Khersons'koyi oblasti [State regulation of investment activity in the agrarian sphere of the Kherson region]. *Visnyk ahraryoi nauky Prychornomor'ya – Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region*. No. 1(52). P. 209–214.
7. Petrenko V. S.; Karnaushenko A. S. (2017). Rozvytok spil'nykh ahrarykh pidpryyemstv Ukrayiny [Development of joint agrarian enterprises of Ukraine]. *Visnyk Odes'koho natsional'noho universytetu. Seriya: Ekonomika – Odessa National University. Series: Economics*, 22, № 9. 42–46.

Ж. А. ОЛЕКСІЧ

Сумський державний університет  
ORCID: 0000-0001-5351-2489

М. В. СОЛОДУХА

Сумський державний університет  
ORCID: 0000-0002-4115-8360

## ЗВІТ ПРО ПЛАТЕЖІ НА КОРИСТЬ ДЕРЖАВИ: КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ ТА ПРИЧИНИ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ

У статті проведено бібліометричний аналіз поняття «звіт про платежі на користь держави» та виявлено основні взаємозв'язки з іншими економічними категоріями: «прозорість», «звіт про платежі на користь держави», «податкова система», «ухилення від сплати податків», «податкові «гавані», «уникнення від сплати податків», «переміщення прибутку» та «податкова прозорість» (кластерний підхід). Бібліометричний аналіз показав, що звіт про платежі на користь держави – це спектрально широка категорія, яка має кластерні зв'язки з великою кількістю економічних явищ та понять, а основними причинами такої кластеризації є глобалізаційні процеси, політичні, екологічні та економічні явища, а також поступове впровадження європейського законодавства в різних країнах. Проаналізовано часові піки дослідження звітності та її трансформаційних процесів. Встановлено, що найбільша кількість цитувань та пік досліджень звітів про платежі припала на 2018–2019 рр. Така зацікавленість виникла у зв'язку із тим, що ще у 2016 році впроваджувати звіти з використанням стандартів GRI почали великі державні підприємства Європи. А вже у 2017 році активно почали формувати та подавати звіти про платежі на користь держави. Також було введено дві додаткові форми нефінансової звітності: звіт про управління та звіт корпоративної соціальної відповідальності. Це спровокувало вчених досліджувати процес формування таких звітів великих підприємств (лісозаготівельних та нафтових компаній) та порівнювати їх з іншими формами звітів. Також в цей час активно піднімається тема податкового ухилення великих корпорацій і не подання точної та правдивої інформації стосовно сплати податків на користь держави. Окреслені географічні межі публікування статей по темі цієї звітності (Велика Британія, Австралія, Нідерланди, Бельгія). Обґрунтовані основні причини утворення понятійних кластерів до складу яких входить звітність про платежі на користь держави. В статті вказані основні міжнародні стандарти що визначають важливість та принципи формування такої звітності (зокрема Директива 2013/34/ЄС 2015 рік).

**Ключові слова:** звіт про платежі на користь держави, соціально-відповідальний бізнес, бібліометричний аналіз, податкова звітність, звіт зі сталого розвитку.

Zh. A. OLEKSICH

Sumy State University  
ORCID: 0000-0001-5351-2489

M. V. SOLODUKHA

Sumy State University  
ORCID: 0000-0002-4115-8360

## REPORT ON PAYMENTS TO GOVERNMENTS: CLUSTER ANALYSIS AND REASONS FOR CLUSTERING

The article carried out a bibliometric analysis of the concept of "report on payments for the benefit of the state" and revealed the main relationships with other economic categories: "transparency", "report on payments for the benefit of the state", "tax system", "tax evasion", "tax havens", "tax avoidance", "profit shifting" and "tax transparency" (cluster approach). The bibliometric analysis showed that the report on payments in favor of the state is a spectrally broad category that has cluster connections with a large number of economic phenomena and concepts, and the main reasons for such clustering are globalization processes, political, environmental and economic phenomena, as well as gradual implementation of European legislation in different countries. The time peaks of the research of reporting and its transformational processes are analyzed. It was established that the largest number of citations and the peak of research on payment reports fell in 2018–2019. Such interest arose in connection with the fact that large state-owned enterprises in Europe began to implement reports using GRI standards back in 2016. And already in 2017, they actively began to form and submit reports on payments for the benefit of the state. Two additional forms of non-financial reporting were also introduced: the management report and the corporate social responsibility report. This prompted scientists to investigate the process of forming such reports of large enterprises (timber and oil companies) and compare them with

other forms of reports. Also at this time, the topic of tax evasion by large corporations and failure to submit accurate and truthful information regarding the payment of taxes for the benefit of the state is actively raised. The geographical limits of publishing articles on the subject of this report are outlined (Great Britain, Australia, the Netherlands, Belgium). The main reasons for the formation of conceptual clusters, which include reporting on payments for the benefit of the state, are substantiated. The article specifies the main international standards that determine the importance and principles of the formation of such reporting (in particular, Directive 2013/34/EU of 2015).

**Key words:** report on payments to governments, socially responsible business, bibliometric analysis, tax reporting, report on sustainable development.

### Постановка проблеми

Основною складовою європейської стратегії є концепція корпоративної соціальної відповідальності (КСВ). Найефективнішим інструментом державної політики в сфері КСВ є підвищення якості звітності зі сталого розвитку та корпоративної звітності.

Останні роки важливою частиною такого виду звітності стали звіти про платежі на користь держави. Не є виключенням і українська система законодавства. В Україні потужна сировинно-мінеральна база і платежі від лісозаготівлі та нафтовидобування є одним з найважливіших джерел формування фінансових ресурсів держави. Контроль та звітування за такими надходженнями потребує детального вивчення, а їх розподіл – чіткого контролю та цільового використання.

Звіт про платежі на користь держави дає можливість бізнес підприємствам уникнути проблем з податковими тягарями та повністю продемонструвати дотримання ними європейських підходів у веденні бізнесу.

Проте важливість складання таких звітів та їхній вплив на економіку країни на сьогоднішній день мало досліджена. Саме тому виникає потреба у аналізі та оцінці ефективності впровадження такого виду звіту, як звіт про платежі на користь держави.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Вивчення та дослідження звітів про платежі на користь держави масово почалось з початку 2015, коли в дію остаточно було введено Директиву 2013/34/ЄС і більшість країн Європи визначились із формою звітності.

Початок досліджень звітів про платежі на користь держави заклали такі вчені як Мьорфі (2015), Сікка (2015) та Войчик (2015), коли в своїх дослідженнях 2015 року виявили, що з появою звіту про платежі на користь держави (на той час частини нефінансової звітності) відбулись покращення у поданні податкової звітності: інформація про сплату податків нафтовидобувними компаніями була більш детальною та якісною [13]. В свою чергу Де Сімон та Олберт (2019) довели, що звіти про платежі на користь держави вплинули на прозорість звітності та діяльності транснаціональних компаній (ТНК) [11].

Проте дослідження поняття «звіт про платежі на користь держави», як окремої одиниці звітності почалось з травня 2019 року (рис. 1) і прослідковується у статтях 10 осіб, які активно досліджують це поняття і суміжні з ним (рис. 2). Авторство з даної тематики співпадає і з даними влаштованого інструменту Scopus (рис. 3).

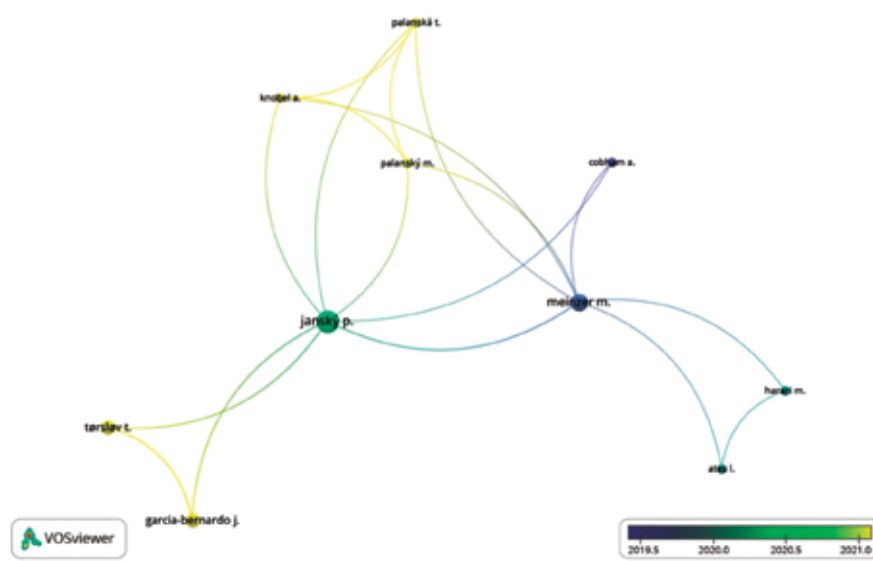


Рис. 1. Часові рамки дослідження авторів поняття «звіт про платежі на користь держави»

Джерело: складено авторами за даними VOSviewer

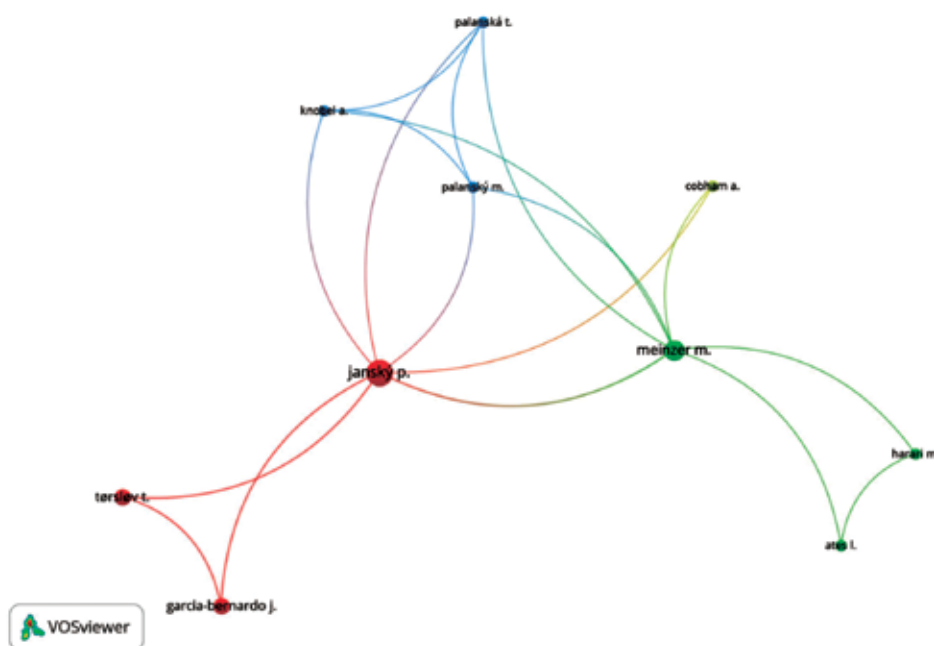


Рис. 2. Автори, які досліджують поняття «звіт про платежі на користь держави»

Джерело: складено авторами за даними VOSviewer

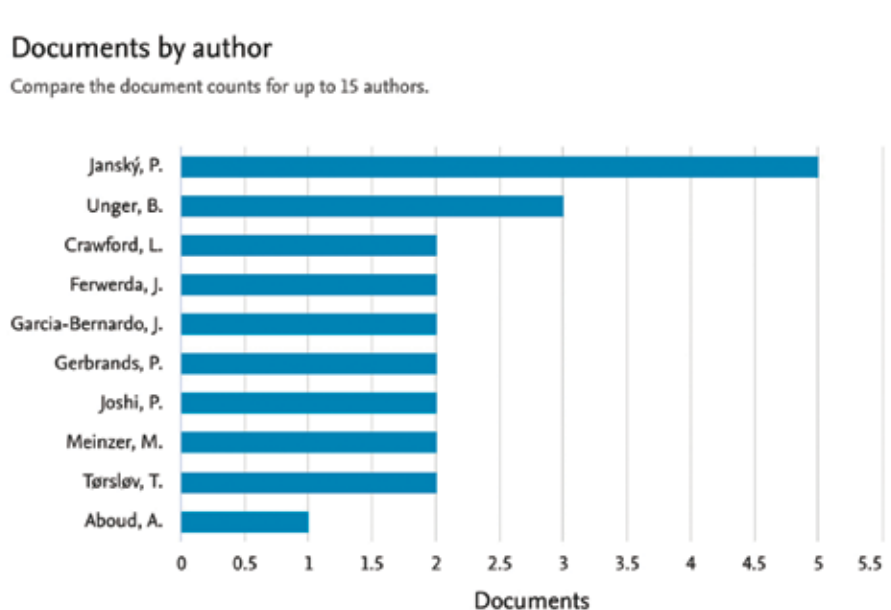


Рис. 3. Автори, які досліджують поняття «звіт про платежі на користь держави»

Джерело: складено авторами за даними бази Scopus

Основоположником досліджень звіту про платежі на користь держави можна вважати чеського вченого Янські Петра [15]. Разом з колегами з Данії Торслоу та Гарсія-Бернардо (2020) він досліджував наслідки податкової реформи США 2017 року для ТНК та відображення позитивного впливу реформи на переміщення прибутку між різними країнами (за даними звітів про платежі на користь держави). Далі у своїх дослідженнях разом з Майнзером та Паланським (2018) розробляють індекс двосторонньої фінансової таємниці, за допомогою якого визначають ефективність податкових новацій відносно фінансової прозорості завдяки введенню звітів про платежі на користь держави [18]. У тематичному дослідженні великих ТНК у видобувних галузях (які першими запровадили вимоги звіту про платежі на користь держави) Йоганнесен і Ларсен (2016) виявили, що міжнародна економічна політика складання таких звітів була пов’язана з політикою зниження вартості ресурсів і є неефективною [12].



Але на сьогоднішній день це виправдовується: звіти про платежі на користь держави дають змогу віднайти усі податкові гавані і всі податкові ухилення великих корпорацій лісозаготівлі та нафтовидобування.

#### Мета дослідження

Дослідити взаємозв'язок понятійних категорій та кластерів в сфері звітування на користь держави, а також цитованість таких категорій для більш детального та точного аналізу, більш глибокого дослідження взаємодії цих звітів з іншими видами звітності зі сталого розвитку та економічними категоріями.

#### Методи дослідження

На основі даних публікацій у базі Scopus та з використанням програмного забезпечення Vosviewer, SciVal та Google Trends зробити бібліометричний аналіз поняття звіту про платежі на користь держави та на основі кластерного аналізу оцінити взаємозв'язок з суміжними дефініціями у сфері звітування.

#### Викладення основного матеріалу

Незначна кількість наукових досліджень звітності про платежі на користь держави в Україні та світі свідчить про нові тренди у європейській економічній системі, які виникли після введення в дію Директиви 2013/34/ЄС, в якій розділом 10 «Звіт про платежі на користь держави» було зазначено основні терміни, суб'єкти, зміст та умови подання таких звітів [1]. Від початку 2014 року ці зміни почали вводити в країнах ЄС, і вже сьогодні європейські вчені досліджують особливості та вплив від складання звіту про платежі на користь держави. Аби переконатись в цьому, за допомогою програмного забезпечення «VOSviewer», ми провели бібліометричний аналіз, взявши за основу 39 статей бази «Scopus», які були присвячені дослідженню звіту про платежі на користь держави (рис. 4).

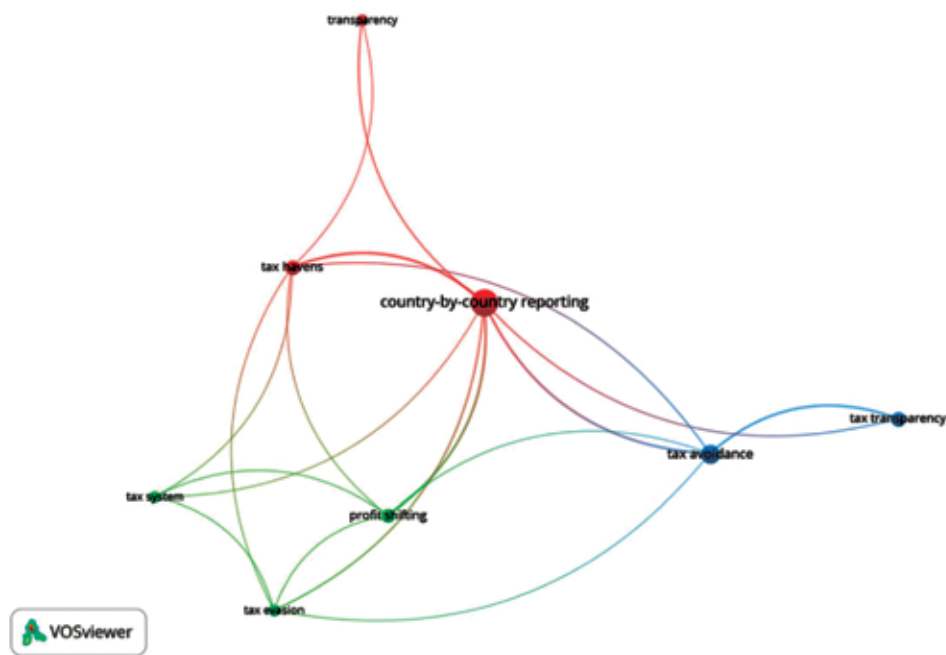
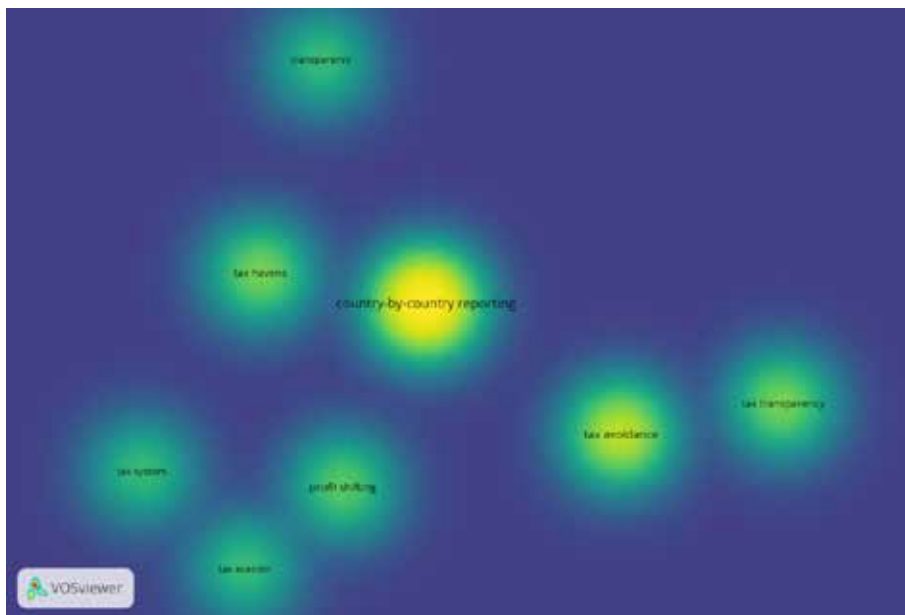


Рис. 4. Бібліометричний аналіз статей за ключовим поняттям “country-by-country reporting”

Джерело: складено авторами за даними VOSviewer

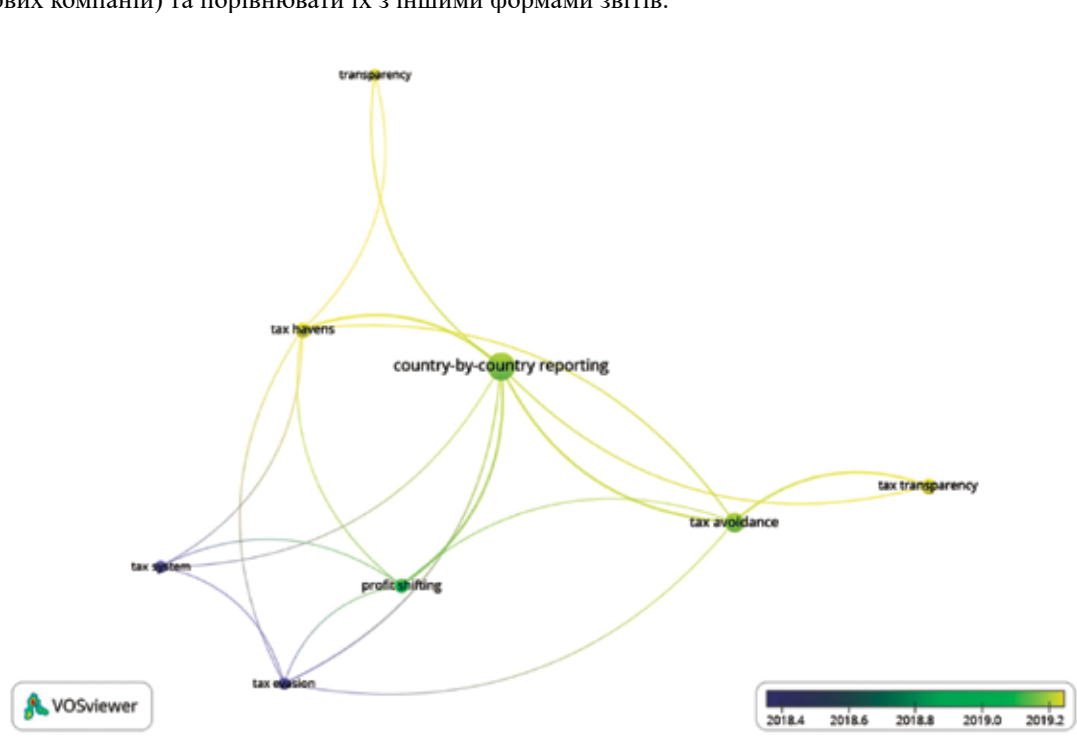
Досліджуючи дане поняття ми виявили 3 взаємопов'язаних між собою кластери, що містять в собі 8 понять. З дослідження бачимо, що головними понятійними категоріями під час написання наукових статей на тему нефінансової звітності, виступають наступні дефініції: «прозорість», «звіт про платежі на користь держави», «податкова система», «ухилення від сплати податків», «податкові гавані», «уникнення від сплати податків», «переміщення прибутку» та «податкова прозорість». Всі вони мають між собою взаємозв'язок, адже за своєю сутністю є взаємозалежними, або ж взаємозамінними (рис. 5). Всі ці поняття є суміжними і «поглинаються» головною дефініцією «звіт про платежі на користь держави» (як першочергового поняття). Тобто, досліджуючи поняття звіту про платежі на користь держави вчені, публікації яких є в базі Scopus, виявили взаємопов'язаність та взаємодоповнення цих понять, що сформувалися в ході детального вивчення структури, змісту та форм нефінансової звітності.



**Рис. 5. Найбільш вживані поняття наукових статей на тему звітності про платежі на користь держави**

Джерело: складено авторами за даними VOSviewer

З огляду на часовий проміжок досліджень (рис. 6) пік дослідження звітності про платежі на користь держави припадає на квітень 2018 року. Про це свідчать і показники Google Trend (рис. 7) та Scopus Analyze (рис. 8). Така зацікавленість виникла у зв'язку із тим, що ще у 2016 році впроваджувати звіти з використанням стандартів GRI почали великі державні підприємства Європи. А вже у 2017 році активно почали формувати та подавати звіти про платежі [2]. Також було введено дві додаткові форми нефінансової звітності: звіт про управління та звіт КСВ. Це спровокувало вчених досліджувати процес формування таких звітів великих підприємств (лісозаготівельних та нафтових компаній) та порівнювати їх з іншими формами звітів.



**Рис. 6. Часові рамки дослідження поняття “country-by-country reporting”**

Джерело: складено авторами за даними VOSviewer

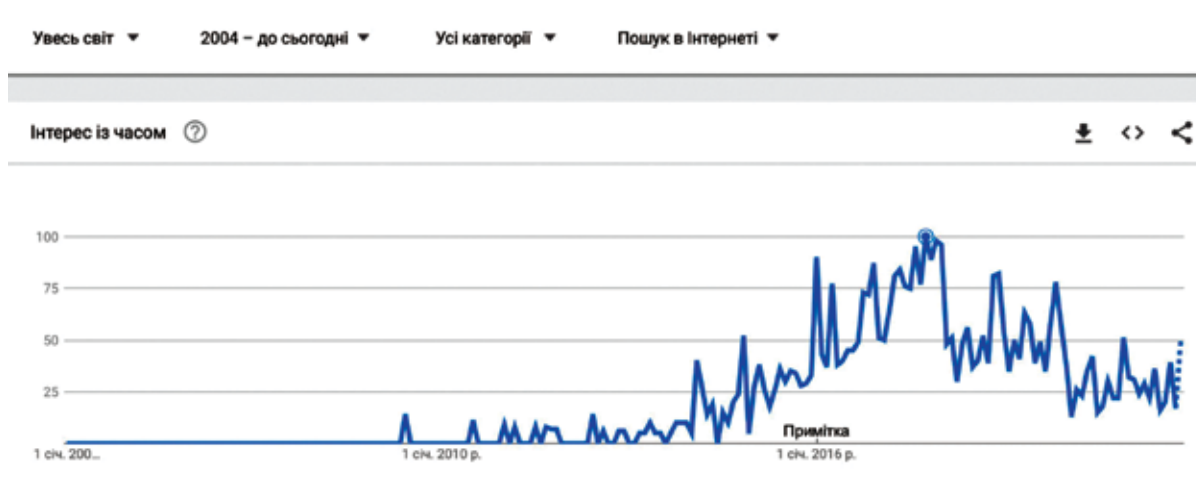


Рис. 7. Часові рамки дослідження поняття “country-by-country reporting”

Джерело: складено авторами за даними Google Trends

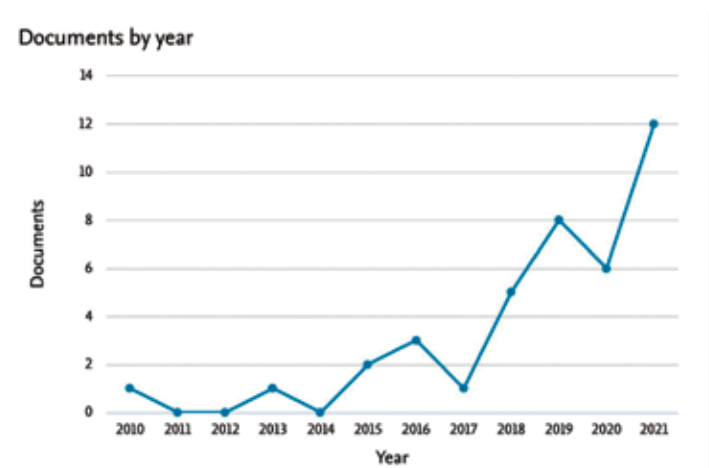


Рис. 8. Часові рамки дослідження поняття “country by country reporting” за даними бази Scopus за 2010–2021 роки

Джерело: складено авторами за даними Scopus

Найбільша кількість праць за даними Google Books NGram viewer як і за даними VOS припадає на початок 2018 року і збільшується протягом кожного наступного року (рис. 9).



Рис. 9. Бібліометричний аналіз статей за ключовим поняттям “country-by-country reporting”

Джерело: складено авторами за даними Google Books NGram viewer

Проте за даними бази SciVal основний масив дослідження тематики звітів про платежі на користь держави припадає на 2019 рік (рис. 10). Такий як в цей час активно піднімається тема податкового ухилення великих корпорацій і не подання точної та правдивої інформації стосовно сплати податків на користь держави [5]. Серед публікацій європейських вчених в базі SciVal представлені лише 8, більшість з яких присвячені імплементації Великобританією розділу 10 Директиви 2013/34/ЄС про бухгалтерський облік (і еквівалентних положень Директиви про прозорість), яка є прогресивним європейським законодавством, що передбачає та вимагає складання звітів про платежі на користь держави [7].



Рис. 10. Кількість публікацій по темі “country by country reporting” за даними бази SciVal

Джерело: складено автором за даними SciVal

По кількості цитувань ситуація схожа – піковими роками є 2018–2019 рік. Проте в Україні на сьогоднішній день ця тема глибоко не досліджується, про що говорить нам рисунок 11.



Рис. 11. Кількість цитувань по темі “country by country reporting” за даними бази SciVal

Джерело: складено авторами за даними SciVal

В Україні дослідження результативності складання звітів про платежі на користь держави знаходиться на початковому рівні [9]. Сьогодні українські вчені розглядають звіт про платежі на користь держави як один з видів звітів з управління та звітів про сталий розвиток. В українському законодавстві вже відбулись трансформаційні процеси, які регламентують процес складання звітів, проте вплив і розподіл податкових надходжень, що фіксуються у звітах, остаточно не визначений.

З огляду на географічний бібліографічний аналіз (рис. 12) чітко можемо виділити 5 країн, вчені яких досліджують дане поняття. Більшість з них країни Європи, адже саме в Європі найперше почали впроваджувати звіти про платежі на користь держави. Про що свідчать і дані вбудованого інструменту Scopus.

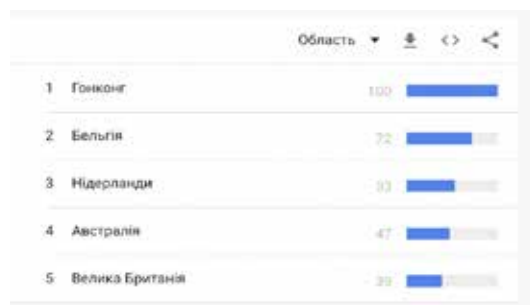


Рис. 12. Географія запитів користувачів про звітність про платежі на користь держави

Джерело: складено авторами за даними Google Trends

## Висновки

Через зростання уваги до звіту про платежі на користь держави серед науковців та соціально-відповідального бізнесу багато підприємств в найближчому майбутньому вийдуть на новий та якісний рівень висвітлення інформації та все більше стануть впроваджувати та формувати нові світові стандарти звітування. Адже бібліометричний аналіз показав, що звіт про платежі на користь держави – це спектрально широка категорія, яка має кластерні зв'язки з великою кількістю економічних явищ та понять. А основними причинами такої кластеризації є глобалізаційні процеси, політичні, екологічні та економічні явища, а також поступове впровадження європейського законодавства в різних країнах. Саме завдяки цим процесам виникла потреба і набула поширення у дослідженні та формуванні такої звітності, трансформації якої ще потребують подальших вдосконалень та досліджень.

## Список використаної літератури

1. Directive 2013/34/EU of the European Parliament and of the Council of 26 June 2013 on the annual financial statements, consolidated financial statements and related reports of certain types of undertakings. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32013L0034>
2. Ініціатива прозорості видобувних галузей України : офіційний веб-портал. URL: <http://citi.org.ua/pro-citi/>.
3. «Про внесення змін до Закону України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» щодо удосконалення деяких положень» від 05.10.2017 № 2164-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2164-19#Text>
4. Закон України «Про забезпечення прозорості у видобувних галузях» від 14.01.2020 № 2545-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2545-19#Text>
5. Звіт ІПВГ 2014–2019 pp. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245516209>
6. Електронний ресурс Асоціація Енерго Транспорентність. Аналіз внеску видобувної галузі економіку України. URL: <http://energytransparency.org/index.php/biblioteka/253-analiz-vnesku-vidobuvnoji-galuzi-v-ekonomiku-ukrajini>
7. Anagnostopoulou S.C. Accounting conservatism and corporate social responsibility [Electronic resource] / Anagnostopoulou S.C., Tsekrekos A.E., Voulgaris G. - British Accounting Review, 2021 - Volume 53, Issue 4, Article number 100942. URL: [https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85090489961&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=e11c3455922ff8fee4ebf0b488d360a1&sot=b&sdt=b&sl=38&s=TITLE-ABS-KEY%28non-financial+reporting%29&relpos=12&citeCnt=0&searchTerm=\(дата звернення 28.12.2021\)](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85090489961&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=e11c3455922ff8fee4ebf0b488d360a1&sot=b&sdt=b&sl=38&s=TITLE-ABS-KEY%28non-financial+reporting%29&relpos=12&citeCnt=0&searchTerm=(дата звернення 28.12.2021))
8. Schnitger A. Tax and Transparency: Reporting in Accordance with the Global Reporting Initiative [Electronic resource] / Schnitger A., Holle F., Kockrow M. - Intertax, 2021 – Volume 49, Issue 8-9, Pages 702–712. URL: [https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85111737118&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=e11c3455922ff8fee4ebf0b488d360a1&sot=b&sdt=b&sl=38&s=TITLE-ABS-KEY%28non-financial+reporting%29&relpos=79&citeCnt=0&searchTerm=\(дата звернення 02.12.2021\)](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85111737118&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=e11c3455922ff8fee4ebf0b488d360a1&sot=b&sdt=b&sl=38&s=TITLE-ABS-KEY%28non-financial+reporting%29&relpos=79&citeCnt=0&searchTerm=(дата звернення 02.12.2021))
9. Макаренко І. О. Актуальні тренди у розвитку нефінансової звітності в Україні [Електронний ресурс] / І. О. Макаренко - Розвиток системи обліку, аналізу та аудиту в Україні: теорія, методологія, організація: збірник тез доповідей учасників XVII Всеукраїнської наукової конференції. К.: ДП «Інформ. – аналіт. агентство», 2019. С. 101–103. URL: <http://194.44.12.92:8080/jspui/handle/123456789/3771> (дата звернення 27.12.2021)
10. Official website of Global Reporting Initiative (GRI). URL: <https://www.globalreporting.org/Pages/default.aspx>
11. Снежко Е. Корпоративная социальная ответственность как неотъемлемая часть ведения бизнеса [Електронний ресурс] / Е. Снежко. – URL: <http://www.capital.ua/ru/publication/23871-dlya-ukrainskogo-biznesa-korporativnaya-sotsialnaya-otvetstvennost-v-osobnosti-kak-sostavnaya-bole-masshtabnogo-yavleniya-ustoychivogo-razvitiya-sustainable-development-do-sikh-por-neredko-vospriimaetsya-kak-zagranichnaya-dikovinka-i-dazhe-krupnymi> (дата звернення 29.12.2021)
12. Мацьків Р. Т. Нефінансовий звіт – складова управління соціальною відповідальністю підприємств нафтогазового комплексу [Електронний ресурс] / Р. Т. Мацьків // Ефективна економіка. – 2015. – № 3. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3926> (дата звернення 02.12.2021)
13. Jansky P. Country-by-Country Reporting and other financial transparency measures affecting the EU [Electronic resource] / Jansky P. - Combating Fiscal Fraud and Empowering Regulators, 2020 - Volume 8, Pages 132-157. URL: [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=en&user=9TDZU6wAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&citation\\_for\\_view=9TDZU6wAAAAJ:Ak0FvsSvgGUC](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=9TDZU6wAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&citation_for_view=9TDZU6wAAAAJ:Ak0FvsSvgGUC) (дата звернення: 20.12.2021)
14. Torslov T. Multinational corporations and tax havens: evidence from country-by-country reporting [Electronic resource] / Torslov T., Jansky P., Garcia-Bernardo J. - International Tax and Public Finance, 2021 - Volume 1, Pages 1-43. URL: [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=da&user=thyxmN8AAAAJ&citation\\_for\\_view=thyxmN8AAAAJ:WF5omc3nYNoC](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=da&user=thyxmN8AAAAJ&citation_for_view=thyxmN8AAAAJ:WF5omc3nYNoC) (дата звернення 23.12.2021)
15. Meinzer M. Comparing Tax Incentives across Jurisdictions: a pilot study [Electronic resource] / Meinzer M., Etter-Phoya R., Diakite M. - Available at SSRN, 2019. URL: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3483437](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3483437) (дата звернення 26.12.2021)
16. Garcia-Bernardo, J., Jansky, P., & Torslov, T. (2020). Multinational Corporations' Effective Tax Rates: Evidence from Orbis. IES Working Paper Series (дата звернення 20.09.2022)

17. Murphy, R. (2009). Country-by-Country Reporting. Holding Multinational Corporations to Account Wherever They Are. Task Force on Financial Integrity and Economic Development. (дата звернення 10.09.2022)
18. Sikka, P., & Murphy, R. (2015). Unitary Taxation: Tax Base and the Role of Accounting (ICTD Working Paper 34). International Centre for Tax and Development. (дата звернення 2.09.2022)
19. Garcia-Bernardo, J., Janský, P., & Tørsløv, T. (2019a). Multinational Corporations and Tax Havens: Evidence from Country-by-Country Reporting. IES Working Paper Series, 2019(31), 1–34. (дата звернення 2.09.2022)
20. Johannesen, Niels, and Dan Thor Larsen. 2016. "The Power of Financial Transparency: An Event Study of Country-by-Country Reporting Standards." *Economics Letters*. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2016.05.029>. (дата звернення 7.09.2022)

### References

1. Directive 2013/34/EU of the European Parliament and of the Council of 26 June 2013 on the annual financial statements, consolidated financial statements and related reports of certain types of undertakings. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32013L0034>
2. The initiative for the transparency of extractive industries of Ukraine: official web portal. URL: <http://eiti.org.ua/pro-eiti/>.
3. "On Amendments to the Law of Ukraine "On Accounting and Financial Reporting in Ukraine" Regarding Improvement of Certain Provisions" dated October 5, 2017 № 2164-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2164-19#Text>
4. Law of Ukraine "On ensuring transparency in extractive industries" dated January 14, 2020 № 2545-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2545-19#Text>
5. Report of the Extractive Industries Transparency Initiative 2014–2019. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245516209>
6. Electronic resource of Energy Transparency Association. Analysis of the contribution of the mining industry to the economy of Ukraine. URL: <http://energytransparency.org/index.php/biblioteka/253-analiz-vnesku-vidobuvnoji-galuzi-v-ekonomiku-ukrajini>
7. Anagnostopoulou S.C. Accounting conservatism and corporate social responsibility [Electronic resource] / Anagnostopoulou S.C., Tsekrekos A.E., Voulgaris G. - *British Accounting Review*, 2021 - Volume 53, Issue 4, Article number 100942. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85090489961&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=e11c3455922ff8fee4ebf0b488d360a1&sot=b&sdt=b&sl=38&s=TITLE-ABS-KEY%28non-financial+reporting%29&relpos=12&citeCnt=0&searchTerm=> (дата звернення 28.12.2021)
8. Schnitger A. Tax and Transparency: Reporting in Accordance with the Global Reporting Initiative [Electronic resource] / Schnitger A., Holle F., Kockrow M. - *Intertax*, 2021 - Volume 49, Issue 8-9, Pages 702-712. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85111737118&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=e11c3455922ff8fee4ebf0b488d360a1&sot=b&sdt=b&sl=38&s=TITLE-ABS-KEY%28non-financial+reporting%29&relpos=79&citeCnt=0&searchTerm=> (дата звернення 02.12.2021)
9. Makarenko I. O. Current trends in the development of non-financial reporting in Ukraine [Electronic resource] / I.O. Makarenko – Development of the accounting, analysis and audit system in Ukraine: theory, methodology, organization: a collection of abstracts of reports of the participants of the XVII All-Ukrainian Scientific Conference. K.: SE "Inform. - analyst agency", 2019. pp. 101–103. URL: <http://194.44.12.92:8080/jspui/handle/123456789/3771> (access date 12/27/2021)
10. Official website of Global Reporting Initiative (GRI). URL: <https://www.globalreporting.org/Pages/default.aspx>
11. Snezhko E. Corporate social responsibility as an integral part of business management [Electronic resource] / E. Snezhko. URL: <http://www.capital.ua/ru/publication/23871-dlya-ukrainskogo-biznesa-korporativnaya-sotsialnaya-otvetstvennost-v-osobennosti-kak-sostavnaya-bolee-masshtabnogo-yavleniya-ustoychivogo-razvitiya-sustainable-development-do-sikh-por-neredko-vosprinimaetsya-kak-zagranichnaya-dikovinka-i-dazhe-krupnymi> (access date 29/12/2021)
12. Matskiv R. T. Non-financial report – a component of social responsibility management of oil and gas complex enterprises [Electronic resource] / R. T. Matskiv // *Effective economy*. – 2015. – No. 3. – Access mode: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3926> (access date 12/02/2021)
13. Jansky P. Country-by-Country Reporting and other financial transparency measures affecting the EU [Electronic resource] / Jansky P. - *Combating Fiscal Fraud and Empowering Regulators*, 2020 - Volume 8, Pages 132-157. URL: [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=en&user=9TDZU6wAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&citation\\_for\\_view=9TDZU6wAAAAJ:Ak0FvsSvGUC](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=9TDZU6wAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&citation_for_view=9TDZU6wAAAAJ:Ak0FvsSvGUC) (access date 20/12/2021)
14. Torslov T. Multinational corporations and tax havens: evidence from country-by-country reporting [Electronic resource] / Torslov T., Jansky P., Garcia-Bernardo J. - *International Tax and Public Finance*, 2021 – Volume 1, Pages 1-43. URL: [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=da&user=thyxmN8AAAAJ&citaton\\_for\\_view=thyxmN8AAAAJ:WF5omc3nYNoC](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=da&user=thyxmN8AAAAJ&citaton_for_view=thyxmN8AAAAJ:WF5omc3nYNoC) (access date 23/12/2021)

15. Meinzer M. Comparing Tax Incentives across Jurisdictions: a pilot study [Electronic resource] / Meinzer M., Etter-Phoya R., Diakite M. - Available at SSRN, 2019. URL: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3483437](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3483437) (дата звернення 26.12.2021)
16. Garcia-Bernardo, J., Janský, P., & Tørsløv, T. (2020). Multinational Corporations' Effective Tax Rates: Evidence from Orbis. IES Working Paper Series (access date 20/09/2022)
17. Murphy, R. (2009). Country-by-Country Reporting. Holding Multinational Corporations to Account Wherever They Are. Task Force on Financial Integrity and Economic Development. (access date 10/09/2022)
18. Sikka, P., & Murphy, R. (2015). Unitary Taxation: Tax Base and the Role of Accounting (ICTD Working Paper 34). International Centre for Tax and Development. (access date 2/09/2022)
19. Garcia-Bernardo, J., Janský, P., & Tørsløv, T. (2019a). Multinational Corporations and Tax Havens: Evidence from Country-by-Country Reporting. IES Working Paper Series, 2019(31), 1–34. (access date 2/09/2022)
20. Johannesen, Niels, and Dan Thor Larsen. 2016. "The Power of Financial Transparency: An Event Study of Country-by-Country Reporting Standards." *Economics Letters*. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2016.05.029>. (access date 7/09/2022)

О. С. РУШ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ORCID: 0000-0001-6543-2830

С. В. ВОЙТКО

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ORCID: 0000-0002-2488-3210

## РОЗВИТОК МІЖНАРОДНОГО СПІВРОБІТНИЦТВА УКРАЇНИ ТА ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ У СФЕРІ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

У статті розглянуто передумови розвитку міжнародного співробітництва України та Європейського Союзу у сфері альтернативної енергетики. Вказано на основні цілі міжнародного двостороннього партнерства та шляхи їх досягнення. На основі аналізу праць вітчизняних науковців визначено, що наукові дослідження за тематикою міжнародного співробітництва України у сфері альтернативної енергетики потребують додаткового пошуку з врахуванням реалій постCOVIDної економіки. Проведено короткий графічний аналіз потенціалу сектору альтернативної енергетики в Україні. За результатами проведеного аналізу, визначено тенденції до зростання загальних встановлених потужностей об'єктів відновлюваних джерел енергії в Україні, а також розглянуто динаміку за окремими видами альтернативних джерел енергії. Акцентовано увагу на необхідності залучення обсягів інвестиційних ресурсів у розвиток альтернативної енергетики, зокрема шляхом налагодження науково-технічного співробітництва та удосконалення нормативно-правової бази у секторі енергетики. Визначено, що міжнародне співробітництво України та країн ЄС є гарантом енергетичної безпеки Європи та досягнення прогресу у техніко-технологічній та ринковій інтеграції. У результаті проведеного дослідження виявлено перспективи розвитку сектору альтернативних джерел енергії в Україні в контексті міжнародного співробітництва з ЄС, зокрема синхронізація вітчизняної енергосистеми з енергосистемою континентальної Європи ENTSO-E і розвиток виробництва «зеленого» водню, з подальшим експортом у країни Європейського Союзу. Зазначено, що міжнародне партнерство України з країнами Європейського Союзу у воєнний та післявоєнний періоди надасть можливість оцінити наслідки російсько-української війни та залучити міжнародних партнерів у процес відновлення енергетичної інфраструктури України.

**Ключові слова:** міжнародне співробітництво, альтернативна енергетика, відновлювані джерела енергії, енергетична безпека, ринкова інтеграція, енергосистема.

O. S. RUSCH

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ORCID: 0000-0001-6543-2830

S. V. VOITKO

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ORCID: 0000-0002-2488-3210

## DEVELOPMENT OF INTERNATIONAL COOPERATION BETWEEN UKRAINE AND THE EUROPEAN UNION IN THE FIELD OF ALTERNATIVE ENERGY

The article considers the prerequisites for the development of international cooperation between Ukraine and the European Union in the field of alternative energy. The main goals of international bilateral partnership and ways to achieve them are indicated. Based on the analysis of the works of domestic scientists, it was determined that scientific research on the topic of international cooperation of Ukraine in the field of alternative energy requires additional research, considering the realities of the post-COVID economy. A brief graphical analysis of the potential of the alternative energy sector in Ukraine was conducted. According to the results of the analysis, trends in the growth of the total installed capacities of renewable energy sources in Ukraine were determined, and the dynamics of individual types of alternative energy sources were also considered. Attention was focused on the need to attract investment resources to the development of alternative energy, in particular by establishing scientific and technical cooperation and improving the regulatory and legal framework in the energy sector. It was determined that international cooperation between Ukraine and EU countries is a guarantor of Europe's energy security and the achievement of progress in technical, technological and market integration. As a result of the conducted research, prospects for the development of the sector of alternative energy sources in Ukraine in the context of international cooperation with the EU were revealed, in particular, the synchronization of the domestic energy system with the energy system of continental Europe ENTSO-E and the development of the production of "green" hydrogen, with further export to the countries of the European Union. It is noted that Ukraine's international partnership with the countries of the European Union in the war and post-war



*periods will provide an opportunity to assess the consequences of the Russian-Ukrainian war and involve international partners in the process of restoring Ukraine's energy infrastructure.*

**Key words:** *international cooperation, alternative energy, renewable energy sources, energy security, market integration, energy system.*

### **Постановка проблеми**

В умовах посилення глобалізаційних процесів і загострення проблематики енергетичної безпеки, все більше уваги світової спільноти акцентовано на питаннях ефективності та раціональності використання енергоресурсів, а також пошуку та впровадженню альтернативних джерел енергії. Внаслідок зростання рівня попиту на енергоносії, вичерпності енергетичних ресурсів і загострення екологічних проблем, пов'язаних з антропогенним впливом, світ функціонує в умовах боротьби за володіння енергоресурсами чи доступу до них, право на їх транспортування і вплив на світовий енергетичний ринок, що стає питанням реалізації національних інтересів кожної держави світу та забезпечення національної безпеки, зокрема у сфері енергетики.

Дослідження питань розвитку альтернативних джерел енергії та побудова довгострокових відносин між Україною та ЄС є доволі актуальним питанням сьогодення, особливо на тлі енергетичної кризи в Європі та значної залежності України від імпортованих джерел енергії. Налагодження міжнародного співробітництва між Україною та ЄС є гарантом національної безпеки у сфері енергетики та енергоефективності.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Значні наукові доробки у сфері дослідження альтернативної енергетики, питань енергоефективності та інноваційного розвитку, а також розвитку міжнародного співробітництва у сфері відновлюваних джерел енергії належать таким вітчизняним науковцям як Кудря С., Касич А., Джумагельдієва Г., Петренко І., Буслова Н., Білодід В. та ін. Однак наукові дослідження за тематикою міжнародного співробітництва України у сфері альтернативної енергетики потребують додаткового пошуку з врахуванням реалій постCOVIDної економіки та оцінки наслідків воєнних дій.

### **Мета статті**

Метою дослідження є обґрунтування передумов розвитку міжнародного співробітництва України та Європейського Союзу у сфері альтернативної енергетики та окреслення перспективних напрямів розвитку цієї сфери.

### **Методологія**

У ході дослідження використано такі методи: системний аналіз, індукція, дедукція, спостереження, пояснення та узагальнення, а також графічний метод.

### **Виклад матеріалу дослідження та його основні результати**

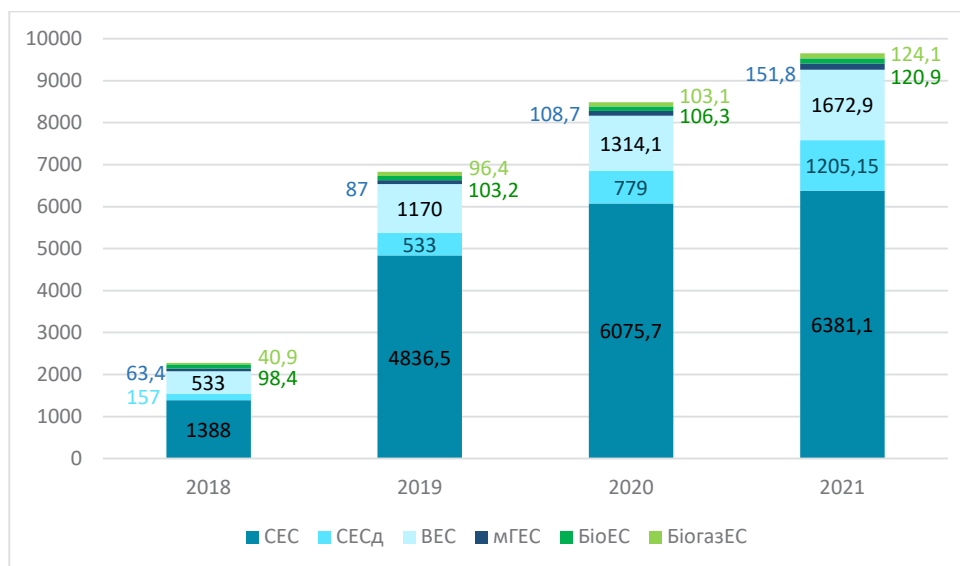
Міжнародне співробітництво України та ЄС ґрунтується на партнерстві, відповідно до принципів спільних інтересів, що відповідають ринковій економіці, Договору до Енергетичної Хартії 1994 року [1], Угоді про асоціацію України та ЄС [2], Меморандуму про взаєморозуміння щодо співробітництва у галузі енергетики [3], Договору про заснування Енергетичного Співтовариства 2005 року та інших домовленостей. Основною спільною метою співробітництва України та ЄС у сфері альтернативної енергетики є підвищення рівня енергетичної безпеки, просування економічного зростання і досягнення прогресу ринкової інтеграції.

Передумовою налагодження двостороннього партнерства Україна-ЄС є імплементація енергетичних стратегій, створення ефективних механізмів щодо подолання кризових ситуацій в енергетиці, сприяння енергоефективності та енергозбереження, модернізація та посилення наявної енергетичної інфраструктури, а також науково-технічне співробітництво у розробленні та впровадженні нових технологій у сфері виробництва енергії на базі ВДЕ.

Важливим досягненням України у налагодженні міжнародного співробітництва з ЄС у сфері енергетики, було підписання «Угоди про умови майбутнього об'єднання енергосистем України та Молдови з енергосистемою континентальної Європи». Після проведення підготовчої роботи для розвитку проекту об'єднання енергосистем, у березні 2022 року було здійснено успішну пробну синхронізацію енергосистеми України та Молдови з ENTSO-E, що відкриває низку нових можливостей для розвитку альтернативних джерел енергії в Україні.

Синхронізація української енергосистеми з енергосистемою Європи надає можливість перейти до інтеграції ринків і вільно торгувати енергоресурсами з Європою, що у свою чергу, значно покращить інвестиційний клімат енергетичного сектору України. Актуальний рівень «зеленого» тарифу в Україні є надзвичайно конкурентним, порівняно з цінами на електроенергію у Європі. Таким чином, із планами розширювати експорт електроенергії на базі ВДЕ на Європейський ринок, Україна може значно збільшити прибутки у сфері енергетики.

Сектор відновлюваної енергетики в Україні має найбільший потенціал для залучення інвестицій. За даними Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП), встановлена потужність сектору ВДЕ в Україні досягла 9655,9 МВт, включно з сонячними установками для приватних домогосподарств (дСес), або 8450,8 МВт без дСЕС, станом на кінець 2021 року [4] (рис. 1).



**Рис. 1. Динаміка зростання встановленої потужності об'єктів ВДЕ, МВт**

Джерело: складено авторами на основі даних НКРЕКП за 2021 рік

Спостерігається стрімкий темп розвитку домашніх СЕС, потужність яких зросла на 426,1 МВт у 2021 році, що становить 36,4% від загальної встановленої потужності ВДЕ, що були введені в експлуатацію впродовж минулого року. Таким чином, загальна встановлена потужність усіх СЕС встановлених у домогосподарствах наприкінці 2021 року досягла 1205,1 МВт.

Згідно з прогнозами Енергетичної стратегії України на період до 2035 р., частка ВДЕ в енергетичному балансі України має становити 12,6% до 2025 р., та не менше 25% до 2035 року, включно з усіма гідрогенеруючими потужностями та термальною енергією. Основними орієнтирами розвитку генерації на базі ВДЕ у довгостроковій перспективі передбачено механізми забезпечення зростання встановленої потужності ВДЕ, які технологічно допустимі для збереження вітчизняної енергосистеми та відповідають основним принципам Європейського співтовариства щодо розвитку відновлюваних джерел енергії. За умови підвищення світового попиту на енергоресурси на базі ВДЕ, та збалансованого розвитку відновлюваних джерел в Україні, шляхом збільшення встановленої потужності ВДЕ та зниження собівартості виробництва, планується розширювати ринок експорту енергоресурсами, з акцентом на експорт енергоресурсів на базі ВДЕ [5].

У грудні 2019 року, було представлено дорожню карту заходів «Європейський зелений курс» («European Green Deal»), щодо перетворення Європи на перший у світі кліматично нейтральний континент до 2050 року. Реалізація Зеленого курсу в Україні матиме позитивний вплив на енергетичний баланс країни та дозволить забезпечити збалансований розвиток сектору ВДЕ. Основними цілями Зеленого курсу є подальша декарбонізація енергетичної системи та пріоритетність ВДЕ у загальному виробництві електроенергії. Попри значне розширення внутрішнього виробництва «зеленої енергії» в ЄС, кінцевого виробництва недостатньо для досягнення цілей ЄС, визначених дорожніми картами. Одним з напрямів досягнення цілей ЄС у розвитку ВДЕ на майбутній десятирічний період є розширення інвестиційних ресурсів у розвиток альтернативної енергетики в Україні [5].

З початком повномасштабного вторгнення на території України, було завдано катастрофічних збитків енергетичному сектору країни, у тому числі і сфері альтернативних джерел енергії. Таким чином, енергетичний сектор буде одним із основних блоків відновлення України у поствоєнний період. Актуальними завданнями є видобування власного газу та розвиток альтернативних джерел енергії, зокрема «зеленого» водню. Згідно з Європейською зеленою угодою, воднева енергетика має бути головним компонентом енергетичної системи ЄС з 2025–2030 роки, у той же час, потужність електролітичних установок має зрости щонайменше до 40 ГВт, згідно з технічними умовами. Європейська ініціатива зі створення проекту «Green Hydrogen Europe 2x40 GW» пропонує Україні можливість стати важливим гравцем у реалізації амбітних цілей Європейської Зеленої Угоди. У звіті про ініціативу «Green Hydrogen Europe 2x40 GW» зазначається, що до 2030 року Україна може забезпечити 1,8 ГВт потужностей для виробництва майже 1 млн тонн «зеленого» аміаку для внутрішнього ринку та ще 8 ГВт потужностей для експорту в ЄС [6]. За експертними оцінками, для виробництва 550 млн тонн «зеленого» водню на рік, необхідно майже 13 тис. ГВт потужностей СЕС та 6,2 тис. ГВт потужностей ВЕС. У перспективі, Україна може стати основним експортером «зеленого» водню в країни ЄС, однак досягнення такої амбітної мети потребує залучення значних інвестиційних ресурсів у побудову заводів з виробництва водню.

### Висновки

За результатами проведеного дослідження, зроблено висновки, що міжнародне співробітництво України та ЄС є стратегічно важливим партнерством задля забезпечення енергетичної безпеки Європи та розвитку сектору ВДЕ. Крім того, важливими завданнями для України є приведення українського законодавства до норм ЄС, що значно полегшить співпрацю в енергетичному секторі, встановлення привабливого та стабільного інвестиційного клімату у галузі, з метою залучення нових інвестицій у розвиток відновлюваних джерел енергії, а також науково-технічне співробітництво, спрямоване на розвиток та вдосконалення технологій у сфері виробництва енергії на базі ВДЕ.

Новизною дослідження є систематизація та класифікація складових, які можуть сприяти розвитку альтернативної енергетики на засадах міжнародної науково-технічної співпраці та гармонізації міжнародного законодавства з врахуванням реалій постCOVIDної економіки та післявоєнного відновлення енергетичної сфери. Подальших досліджень потребує оцінювання наслідків воєнних дій російсько-української війни (за активної участі білорусів на стороні росіян) у площині завданих збитків енергетики України та розробка заходів з відновлення та модернізації енергетичної інфраструктури.

### Список використаної літератури

1. Договір до Енергетичної Хартії та заключений акт до неї. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_056#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_056#Text)
2. Угода про асоціацію України та ЄС. URL: <https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/yevropejska-integraciya/ugoda-pro-asociaciu>
3. Меморандум про взаєморозуміння щодо співробітництва у галузі енергетики. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984\\_003-16#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_003-16#Text)
4. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. URL: <https://www.nerc.gov.ua/>
5. Енергетична стратегія України на період до 2035 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-p#Text>
6. Дорожня карта «Європейський зелений курс». URL: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)
7. Звіт про ініціативу «Green Hydrogen Europe 2x40 GW». URL: [https://dii-desertenergy.org/wp-content/uploads/2020/04/2020-04-01\\_Dii\\_Hydrogen\\_Studie2020\\_v13\\_SP.pdf](https://dii-desertenergy.org/wp-content/uploads/2020/04/2020-04-01_Dii_Hydrogen_Studie2020_v13_SP.pdf)

### References

1. Energy Charter Treaty and final act to it. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_056#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_056#Text)
2. Association Agreement between the European Union and Ukraine. URL: <https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/yevropejska-integraciya/ugoda-pro-asociaciu>
3. Memorandum of understanding on a Strategic Energy Partnership. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984\\_003-16#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_003-16#Text)
4. The National Commission for State Regulation of Energy and Public Utilities. . URL: <https://www.nerc.gov.ua/>
5. Energy strategy of Ukraine until 2035. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-p#Text>
6. The road map of the European Green Deal. URL: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)
7. Green Hydrogen for a European Green Deal. A 2x40 GW Initiative. URL: [https://dii-desertenergy.org/wp-content/uploads/2020/04/2020-04-01\\_Dii\\_Hydrogen\\_Studie2020\\_v13\\_SP.pdf](https://dii-desertenergy.org/wp-content/uploads/2020/04/2020-04-01_Dii_Hydrogen_Studie2020_v13_SP.pdf)

Н. Є. СКОРОБОГАТОВА

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ORCID: 0000-0002-2741-762

## SMART-CITY ЯК МЕХАНІЗМ РЕАЛІЗАЦІЇ МОДЕЛІ ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ ГРОМАДИ В УМОВАХ ІНФОРМАЦІЙНОГО СУСПІЛЬСТВА

У статті досліджено вплив інформаційних технологій на розвиток національної економіки та суспільства загалом. На основі проведеного дослідження доведено, що країни, які мають високий ступінь розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, є лідерами за їх впровадженням у суспільне життя задля забезпечення якості життя населення. Особлива увага в даному напрямі приділяється наявності мережі цифрових державних послуг, що робить їх якісними та доступними для мешканців. Простежується прямий зв'язок між ступенем цифрового розвитку країн та ступенем використання цифрових технологій в рамках державного управління. Наявні можливості щодо використання розгалуженої інформаційно-комунікаційної мережі в масштабах міста сприяє формуванню та впровадженню концепції smart-city. Еволюційний шлях розвитку даної концепції розширює вимоги, що ставляться суспільством до міського устрою. Основними вимогами для формування smart-city є застосування інноваційних технологій з використанням інформаційно-комунікаційних технологій та інших засобів для забезпечення якісного та безпечного життя мешканців за умови однозначного забезпечення принципів сталого розвитку суспільства. Аналіз даних рейтингу Smart City Index доводить, що лідерами виступають міста у високорозвинених країнах. Вплив пандемії та інші чинники вплинули на ціннісні пріоритети міського населення, зокрема, перевага надається таким факторам, як доступність житла, наявність роботи, транспортна інфраструктура, медичні послуги, рівень забруднення, зелені насадження, тощо. На основі аналізу світового досвіду та з врахуванням місцевих реалій запропоновано впровадження концепції smart-city як механізму реалізації моделі збалансованого розвитку громади в умовах інформаційного суспільства, що базується на чотирьох складових: інноваційний, економічний, соціальний, екологічний. У поєднанні із системним підходом такий механізм дозволить забезпечити комфортні умови міським мешканцям при одночасному зростанні рівня добробуту суспільства.

**Ключові слова:** smart-city, збалансований розвиток, інформаційне суспільство, системний підхід, сталий розвиток.

N. YE. SKOROBOGATOVA

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ORCID: 0000-0002-2741-762

## SMART-CITY AS A MECHANISM FOR IMPLEMENTING THE MODEL OF BALANCED COMMUNITY DEVELOPMENT IN THE CONDITIONS OF THE INFORMATION SOCIETY

The article examines the influence of information technologies on the development of the national economy and society in general. On the basis of the conducted research, it has been proven that countries with a high degree of development of information and communication technologies are leaders in their introduction into public life in order to ensure the quality of life of the population. In this area, special attention is paid to the presence of a network of digital public services, which makes them high-quality and accessible to residents. There is a direct relationship between the degree of digital development of countries and the degree of use of digital technologies within the framework of public administration. The available opportunities for using an extensive information and communication network on a city scale contributes to the formation and implementation of the smart-city concept. The evolutionary path of the development of this concept expands the requirements that society applies to the urban system. The main requirements for the formation of a smart-city are the application of innovative technologies using information and communication technologies and other means to ensure a high-quality and safe life of residents, provided that the principles of sustainable development of society are unambiguously ensured. Analysis of the Smart City Index rating data proves that cities in highly developed countries are the leaders. The impact of the pandemic and other factors have affected the value priorities of the urban population, in particular, preference is given to such factors as housing affordability, availability of work, transport infrastructure, medical services, pollution level, green spaces, etc. Based on the analysis of world experience and taking into account local realities, the implementation of the smart-city concept is proposed as a mechanism for implementing the model of balanced community development in the conditions of the information society, which is based on four components: innovative, economic, social, and ecological. In combination with a systemic approach, such a mechanism will provide comfortable conditions for city dwellers while simultaneously increasing the level of social well-being.

**Key words:** smart-city, balanced development, information society, system approach, sustainable development.

### Постановка проблеми

Тенденції розвитку суспільства при одночасному зростанні навантаження на екологію та соціальну інфраструктуру потребують докорінної зміни концептуальних положень соціально-економічного розвитку. Зазначена зміна потребує переходу від так званої «коричневої економіки», що характеризується значними обсягами шкідливих викидів з високим вмістом вуглецю, суттєвими обсягами відходами, а також з високим рівнем споживання природних ресурсів до «зеленої економіки», яка є низьковуглецевою та ресурсозберігаючою. Стрімкий розвиток ІТ-технологій у контексті Індустрії 4.0 також сприяє широкому запровадженню принципів зеленої економіки у всі сфери суспільного життя. Кілька останніх десятиліть спостерігається тенденція урбанізації. Зокрема, за експертною оцінкою до 2030 року у світі буде 43 мегаполіси з понад 10 мільйонами жителів, більшість із яких у регіонах, що розвиваються [6]. Наявна картина свідчить про суттєвий негативний вплив як на стан здоров'я людини, так і на стан навколишнього середовища при дотриманні звичних тенденцій та правил економічного життя суспільства. Водночас, постійне зростання потреб суспільства при насиченості інноваційних технологій у сфері інформатизації спонукає до перегляду принципів формування міської інфраструктури. Як один з ключових напрямів вирішення даної проблеми, пропонується застосування концепції smart-міст, що дозволить забезпечити більш комфортні умови для міських мешканців при одночасному поліпшенні екологічної ситуації в містах. Аналіз світового досвіду надає можливість розробити національну стратегію формування smart-міст з врахуванням додаткових переваг, що надають можливість застосування технологій Індустрії 4.0.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблематика формування стратегії побудови та розвитку smart-міст активно розвивається останні роки. Зокрема, питанням присвячено багато робіт вітчизняних та закордонних науковців. Зокрема, Касич А.О., Федоряк Р.М., Собяніна А.П. досліджують структурну модель формування smart-city [13]. Модель розвитку smart-city, рекомендовану до впровадження європейськими країнами, аналізують Пушкар Т.А., Серьогіна Д.О., Михайлова К.В. [15]. Ознаки smart-міста систематизовано Замятіною Н.В. [12]. Необхідність державної підтримки для впровадження концепції smart-міста обґрунтовують у своїй роботі Чукут С.А., Дмитренко В.І. [17]. Необхідність головного елемента smart-city – мережевої інфраструктури – обґрунтовано у роботі [7]. Виокремлюючи ті чи інші аспекти формування smart-city, всі науковці одногласно зазначають необхідність впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у містобудуванні для підвищення якості життя міського населення та задля сприяння сталому розвитку. Зокрема, Міжнародним союзом електров'язку (International Telecommunication Union) надане наступне визначення: «Стале smart-місто – це інноваційне місто, що використовує ІКТ та інші засоби для покращення рівнів якості та безпеки життя, підвищення рівня ефективності міських операцій і послуг та конкурентоспроможності за однозначного забезпечення належного задоволення потреб нинішнього та майбутніх поколінь в економічному, соціальному та екологічному планах» [5]. Систематизацію світового досвіду реалізації концепції smart-city наведено у роботі колективу авторів під керівництвом Маркевич К. [14]. Наявні наукові та методичні підходи до побудови smart-city в цілому придатні для застосування у звичайних умовах функціонування суспільства. Водночас, імплементація концепції smart-city у сучасних реаліях розвитку суспільства потребує додаткового дослідження, зокрема, враховуючи загрози та невизначеність подальшого суспільного розвитку.

### Формулювання основного матеріалу дослідження

Ступінь цифрового розвитку країн ЄС можна оцінити за допомогою Індексу цифрової економіки та суспільства (DESI) [2]. Лідерами за даним показником виступають скандинавські країни Фінляндія, Данія, Нідерланди, Швеція (рис. 1). Складовими елементами Індексу цифрової економіки та суспільства є людський капітал, наявність зв'язку, інтеграція цифрових технологій та цифрові державні послуги. Кожна країна має свій розподіл зазначених елементів у інтегральному індексі, але країни-лідери відрізняються високим ступенем наявної мережі цифрових державних послуг. Відповідно до значень Індексу розвитку електронного уряду (EGDI) [3], світовими лідерами електронного урядування виступають Данія, Південна Корея, Фінляндія, Естонія, тощо (рис. 2).

Останніми роками урядові онлайн-послуги стають все більш поширеними. У 2022 році Данія посіла перше місце з максимальним значенням Індексу розвитку електронного уряду 0,9717. EGDI оцінює розвиток електронного урядування на національному рівні на основі трьох компонентів: індексу онлайн-послуг, індексу телекомунікаційної інфраструктури та індексу людського капіталу. За даними ООН, електронний уряд є ключовим чинником у реалізації Цілей сталого розвитку. Державні послуги мають бути доступними для всіх. У даному контексті електронний уряд має використовувати існуючі та нові технології для забезпечення цього [3]. Водночас, населення країн, що не мають відповідного рівня добробуту та розвинутої ІТ-інфраструктури, автоматично матимуть менші можливості скористатися онлайн державними послугами.

Як свідчить проведене дослідження, не всі країни-лідери за обсягом ВВП відносяться до передових за рівнем розвитку цифровізації. Німеччина, посідаючи перше місце серед країн ЄС за рівнем готовності до поширення технологій Індустрії 4.0, поступається за індексами DESI та EGDI іншим країнам. У даному контексті останні роки в Україні, як і в багатьох зарубіжних країнах, активно запроваджуються інформаційні технології, у тому числі й у комунальний сектор. Зокрема, запроваджено концепцію smart-city. Експерти визначають «розумне

місто» як міське середовище, яке застосовує технології для збільшення переваг і зменшення недоліків урбанізації для мешканців. Наразі концепція smart-city активно розвивається. Огляд наукових джерел дозволяє стверджуватися, що на даний час немає однозначного визначення та критеріїв smart-city. Більша частина науковців при визначенні терміну “smart-city” головну роль відводить наявності інформаційно-комунікаційної інфраструктури, одночасно відзначаючи необхідність врахування екологічних та соціальних аспектів, якості життя міських мешканців. За визначенням ЄС, розумне місто – це місце, де традиційні мережі та послуги стають більш ефективними за допомогою цифрових рішень на благо його жителів і бізнесу [9]. Зокрема, розумне місто виходить за рамки використання цифрових технологій для кращого використання ресурсів і зменшення викидів. Тобто мають бути забезпечені розумніші міські транспортні мережі, водопостачання та утилізація відходів, а також більш ефективні технології освітлення та опалення будівель.

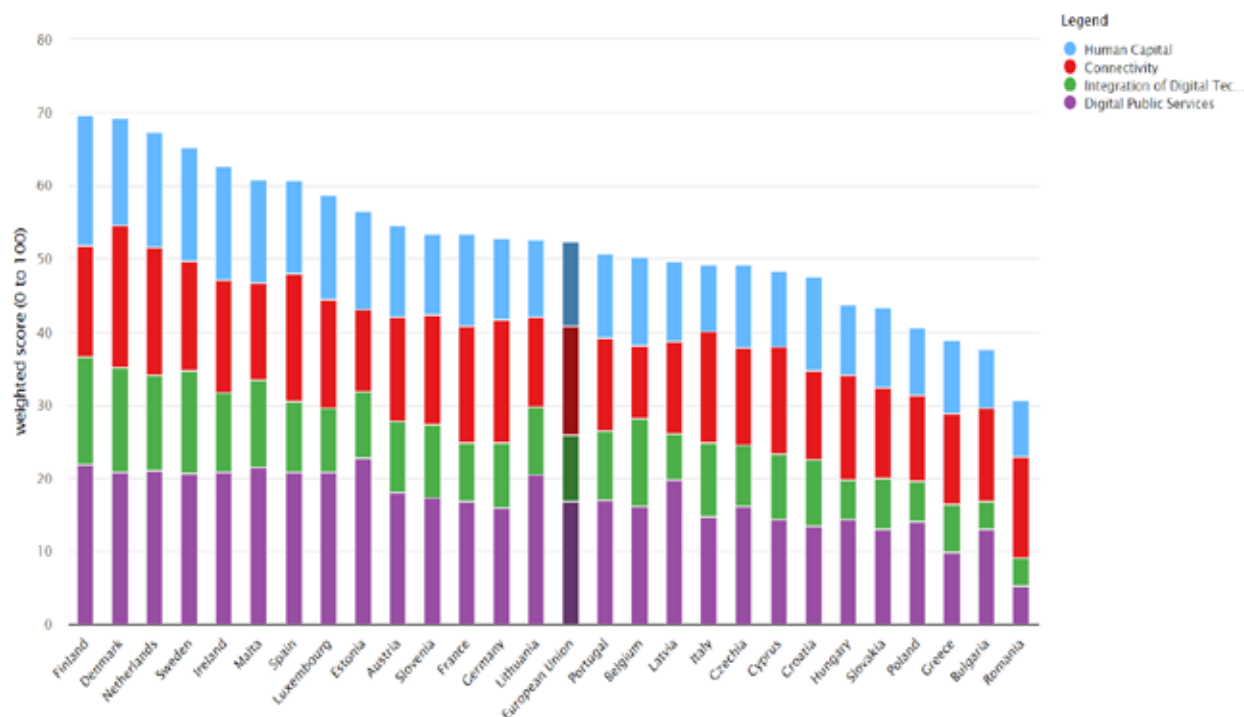


Рис. 1. Індекс цифрової економіки та суспільства (DESI), 2022 [2]

Водночас, має бути забезпечено більш ефективну комунікацію міських мешканців та адміністрації, безпечніше функціонування громадських місць та задоволення потреб осіб похилого віку й інших осіб, що мають певні обмежені можливості. Таким чином, в коло чинників та факторів утворення smart-city потрапляє вже не лише наявність інформаційно-комунікаційної структури міста, що полегшує життя міських мешканців, але й дотримання принципів сталого розвитку. Зокрема, як свідчить аналіз світового досвіду та рейтингові оцінки позицій міст щодо їх відношення до концепції smart-city, інформаційні технології поступово стають лише однією з базових вимог. Третє видання щорічного Індексу розумного міста IMD-SUTD (SCI) показало, що пандемія та прискорення цифрової трансформації, що зумовлюється нею, сильно вплинули на уявлення мешканців міст про те, як технології допомагають вирішувати міські проблеми (рис. 3).

Зокрема, респонденти мали обрати серед п'ятнадцяти показників п'ять, які вони вважають найбільш актуальними для свого міста, що дозволяє оцінити пріоритетність даного напрямку для міста. Більшість опитаних обрали такі критерії, як доступність житла, наявність роботи, транспортна інфраструктура, медичні послуги, рівень забруднення, зелені насадження, тощо. Таким чином, мешканці прагнуть отримати якісне, екологічно чисте та безпечне життя в місті, що дозволять забезпечити інформаційно-комунікаційні технології. Водночас, наявність та впровадження інноваційних технологій у всіх аспектах міського життя потребує розвитку не лише інновацій у сфері ІКТ, але і в інших сферах суспільного життя. Аналіз досвіду країн-лідерів реалізації концепції smart-city підтверджує дану тезу.

Барселона одне з перших міст в ЄС, що розробило та впровадило smart-стратегію у 2014р. Зокрема, місто досягло значного прогресу в модернізації міського середовища та неодноразово здобувало звання одного з найрозумніших міст світу. У 2011 році міська рада Барселони запустила нову ІТ-стратегію, яка включала глобальний план трансформації, спрямований на інноваційне використання нових технологій з метою покращення загального

функціонування та управління містом, сприяння економічному зростанню та зміцненню добробуту громадян. Ця стратегія розроблена згідно з цілями Horizon 2020, стратегії Європейського Союзу щодо вдосконалення моделі зростання на наступне десятиліття та створення більш сталого, розумного та інклюзивного шляху розвитку. Стратегія Барселони також відповідала викликам, з якими зіткнулося місто щодо власної організації (Place), інтеграції громадян (People), приватних компаній (Private) і місцевої адміністрації (Public). Зокрема, проєкт зосереджувався на відтворюваних процесах, які наближають місто до громадян через ініціативи відкритих даних, які пропонують цінну інформацію окремим особам і приватним компаніям. Сила стратегії розумного міста Барселони полягала в її наскрізному підході. Дійсно, мета міської ради Барселони полягала в тому, щоб залучати та підтримувати комунікацію між усіма зацікавленими сторонами задля забезпечення потужної підтримки з боку кожного учасника та сприяти розробці й впровадженню інновацій [4].

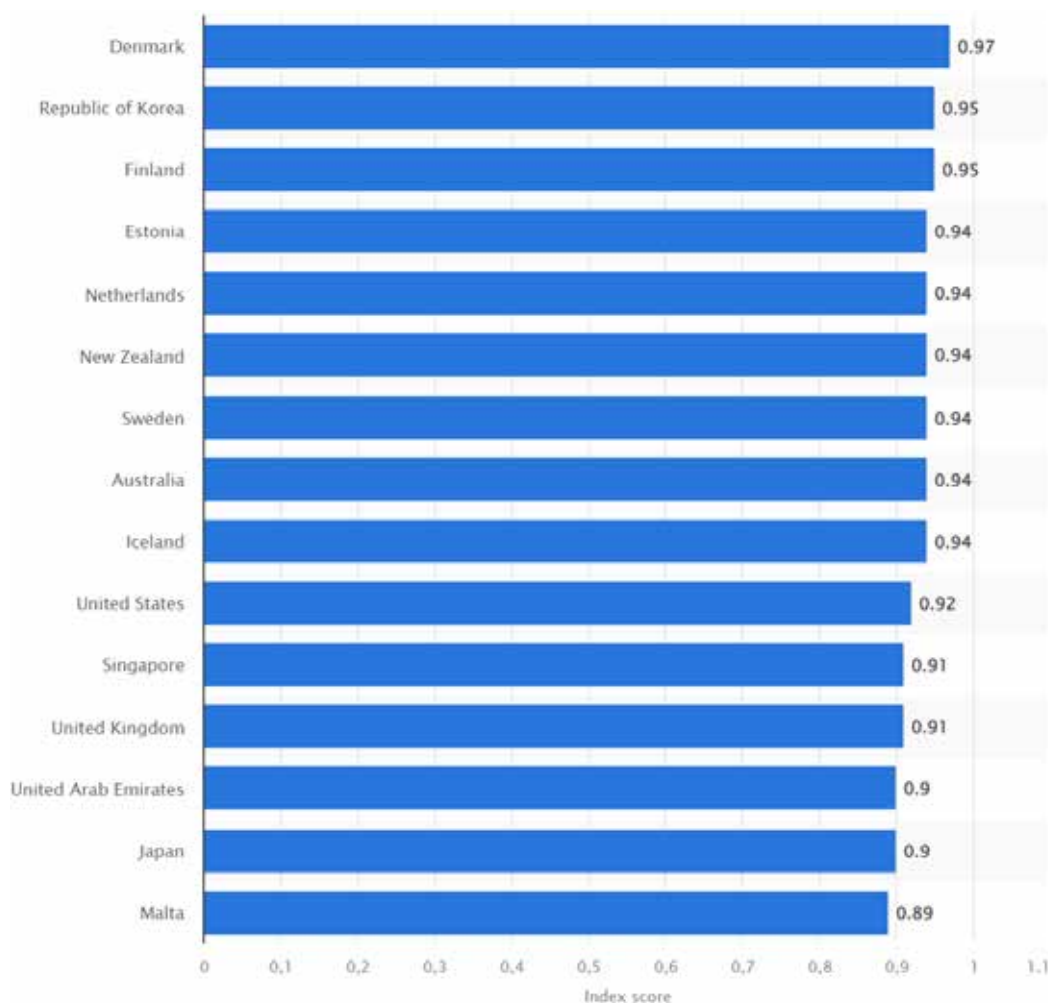


Рис. 2. Індексу розвитку електронного уряду (EGDI), 2022 [3]

Відень також відомий ґрунтовно розробленою стратегією smart-розвитку, яка містить коротко- та довгострокові цілі на період до 2030 р. та до 2050 р. відповідно. Головною метою стратегії є досягнення високого рівня якості життя міського населення з одночасним збереженням ресурсів, безумовно враховуючи інноваційний розвиток [16]. У стратегії Стокгольму основною метою є досягнення кліматично та фінансово сталого розвитку, водночас поєднуючи екологічні цілі та згуртованість міських мешканців. Базовими компонентами стратегії є цифрова інклюзія, цифровізація освітнього процесу, «розумні» екологічні рішення, smart-технології освітлення тощо. Слід відзначити, що Стокгольм є учасником міжнародного проєкту GrowSmarter EC, який об'єднав європейські міста для розробки та впровадження концепції smart-city таких сферах діяльності, як енергетика, транспортна інфраструктура, тощо. Німеччина також активно розвивається у даному напрямку. Зокрема, у 2020 р. було прийнято рішення щодо фінансування 32 проєктів smart-city на загальну суму 350 млн. євро, згідно до програми «Smart City Model Projects» [11].

Smart City Rank 2021	City	Smart City Rating 2021	Structure 2021	Technology 2021	Smart City Rank 2020	Change
1	Singapore	AAA	AAA	AAA	1	—
2	Zurich	AA	AAA	A	3	▲ +1
3	Oslo	AA	AAA	A	5	▲ +2
4	Taipei City	A	A	A	8	▲ +4
5	Lausanne	A	AAA	A	NEW	—
6	Helsinki	A	AA	A	2	▼ -4
7	Copenhagen	A	AA	A	6	▼ -1
8	Geneva	A	AA	A	7	▼ -1
9	Auckland	A	A	A	4	▼ -5
10	Bilbao	BBB	A	BBB	24	▲ +14
11	Vienna	BBB	A	BB	25	▲ +14
12	New York	BBB	BB	BBB	10	▼ -2
13	Seoul	BBB	B	A	47	▲ +34
14	Munich	BBB	AA	BBB	11	▼ -3
15	Zaragoza	BBB	A	BB	48	▲ +33
16	Brisbane	BBB	A	BBB	14	▼ -2
17	Amsterdam	BBB	A	A	9	▼ -8
18	Sydney	BBB	BBB	A	18	—
19	Melbourne	BBB	BBB	A	20	▲ +1
20	Dusseldorf	BBB	A	BBB	13	▼ -7
21	Newcastle	BBB	A	BBB	23	▲ +2
22	London	BBB	BBB	A	15	▼ -7
23	The Hague	BBB	A	BBB	28	▲ +5
24	Leeds	BBB	BBB	A	NEW	—
25	Stockholm	BBB	A	BBB	16	▼ -9
26	Manchester	BBB	BBB	BBB	17	▼ -9
27	Rotterdam	BBB	BBB	BBB	29	▲ +2
28	Abu Dhabi	BB	BB	BB	42	▲ +14
29	Dubai	BB	BB	BB	43	▲ +14

Рис. 3. Лідери Smart City Index (SCI). 2021 [10]

У Норвегії сильна інноваційна культура, технічна підкованість громадян, і державний сектор, який використовує суворі вимоги до зелених закупівель задля просування нового мислення та сталого розвитку. У серпні 2019 року було прийнято «Дорожню карту для розумних і стійких міст і громад у Норвегії». Оскільки на будівлі припадає приблизно 40 % світового споживання енергії, розумна технологія на основі IoT значно підвищує енергоефективність у будівлях. Будівельні компанії використовують її при спорудженні нових об'єктів. В Осло, як і в інших містах країни, активно використовуються екологічні транспортні засоби, каршерінг тощо. Окрім того, Норвегія є лідером відкритих даних, обробка яких дозволяє управляти трафіком, полегшує роботу підприємцям, сприяє розробці розумних рішень для розумних міст [8]. Норвезькі державні та приватні актори активно залучені до спільних проектів із розробки моделей розумних міст. Зокрема, +CityxChange (Positive City ExChange) – це проект розумного міста, який отримав фінансування від програми Європейського Союзу з досліджень та інновацій Horizon 2020 у конкурсі «Розумні міста та громади». Проект базується на наступних ідеях: створення прототипу майбутнього за допомогою інтегрованого планування та дизайну; уможливлення майбутнього через створення спільного енергетичного ринку; прискорення майбутнього через CommunityxChange з усіма зацікавленими сторонами міста [1]. І, звичайно, люди є ключем до розумних сталих міст. Розуміючи, що широке впровадження інформаційно-комунікаційних технологій поширює ризик кіберзагроз, у Лондоні було запроваджено smart-рішення, спрямовані на захист бізнес-інфраструктури від кібератак. Розвинутою є галузь FinTech та сектор освіти, де надаються необхідні навички за допомогою безкоштовної online-платформи для навчання – Digital Business Academy. Також реалізовано програму Digital Health.London у сфері охорони здоров'я, smart-мережі опалення, електроенергії, утилізації відходів і водопостачання. В Україні лідером у даному напрямі розвитку є столиця – місто Київ. У 2022 році Київ отримав нагороду «World Smart City Award Special Recognition» за міський додаток «Київ цифровий». Протягом останніх років керівні органи інших українських міст проявляли значний інтерес до проектів створення smart-інфраструктури, активно впроваджуючи цифрові технології та підвищуючи рівень «інтелектуалізації» міського середовища. Серед найбільш поширених запроваджених технологій слід відзначити технологію розпізнавання обличчя, яка дозволяє здійснювати безконтактну оплату в торговельних мережах, проїзд у громадському транспорті, тощо. Останнім часом активно впроваджується «розумна» система освітлення. Вона реагує на рух суб'єктів та дозволяє накопичувати інформацію



про стан навколишнього середовища, зокрема температуру, якість повітря, рівень шуму, тощо. У містах встановлені smart-лічильники споживання води та газу, використовуються «розумні» сміттєві контейнери. Останні роки smart-проекти розроблялися для Харкова, Львова, Дніпра, Вінниці, Полтави та інших українських міст. Серед основних сфер і напрямів цифрової трансформації у цих містах слід виділити наступні: е-демократія та управління містом, освіта, медицина, екологія, міська мобільність та громадська безпека [14]. На сьогодні, через війну зруйновано багато українських міст. Вважаємо, що розробка проектів відбудови міст має здійснювати на засадах зеленої економіки з використанням сучасних інноваційних технологій. Імплементация досвіду ЄС щодо розробки та впровадження концепції smart-city сприятиме післявоєнному відновленню українських міст. Водночас, як свідчать результати проведеного дослідження, базовим принципом концепції smart-city є побудова екосистеми, що передбачає баланс між інноваційною, економічною, соціальною та екологічною складовою на всіх рівнях. Зокрема, основними акторами даної екосистеми виступають населення, бізнес-агенти (постачальники, переробники, продавці, фінансові установи та інші посередники) та державні органи влади. Забезпечуючи їх ефективну взаємодію на основі застосування інформаційно-комунікаційних технологій, міська громада отримує максимальний інтегральний результат. Задля цього має бути враховано спільний інтерес всіх акторів екосистеми, а не прагнення до максимізації результатів лише одного учасника або лише за одним напрямом. Підтвердженням необхідності запровадження даного підходу є проблема енергозабезпечення українських міст після пошкодження енергосистеми України в результаті масованих російських обстрілів. Досягнення збалансованості певної громади може бути забезпечено лише за умови узгодженості потреб та можливостей всіх її суб'єктів. Прагнення надмірно спожити ресурси одним із суб'єктів призводить до перевищення припустимих обсягів споживання громади та відключення всіх суб'єктів. Це є наочним прикладом миттєвого результату неузгодженого функціонування суб'єктів. Аналогічні наслідки можливі за іншими складовими розвитку екосистеми, проте вони, як правило, мають часовий лаг та проявляються з часом. Таким чином, концепцію smart-city слід впроваджувати як механізм реалізації моделі збалансованого розвитку громади в умовах інформаційного суспільства, адаптуючи загальні підходи до умов функціонування та розвитку певної громади.

#### Висновки

Концепція smart-city, впроваджена низкою зарубіжних та вітчизняних міст, свідчить про значні переваги забезпечення якісного життя міських мешканців. Водночас, акцентування уваги лише на інформаційно-комунікаційній інфраструктурі, як базі формування стратегії розвитку міста не дозволяє забезпечити його збалансований розвиток. Важливим моментом є забезпечення сталого розвитку міста як складової суспільного устрою. Задля реалізації механізму збалансованого розвитку міст та громад запропоновано застосування концепції smart-city на основі балансу чотирьох напрямів розвитку (інноваційний, економічний, екологічний, соціальний) всіма акторами міської екосистеми на різних рівнях управління (населення (кінцеві споживачі), бізнес-сектор (постачальники ресурсів, переробники, продавці, фінансові установи та інші посередники), державні органи влади). Цільовою функцією всіх акторів міської екосистеми має бути досягнення узгодженості їх потреб та можливостей задля досягнення максимального інтегрального результату системи. Задля зменшення ступеня залежності від впливу зовнішніх загроз вважаємо доцільним перехід на модель циркулярної економіки, що дозволить зменшити залежність від зовнішнього постачання ресурсів за рахунок замкненості циклу постачання-переробка-споживання. Подальшого дослідження потребує розробка моделі формування взаємовідносин від акторами міської екосистеми з врахуванням потреб мінімізації впливу зовнішніх загроз, що становлять небезпеку для подальшого розвитку міської екосистеми.

#### Список використаної літератури

1. About +CityxChange. URL: <https://cityxchange.eu/>
2. Digital Economy and Society Index, 2022. URL: [https://digital-agenda-data.eu/charts/desi-components#chart={%22indicator%22:%22desi\\_total%22,%22breakdown-group%22:%22desi\\_totals%22,%22unit-measure%22:%22pc\\_desi%22,%22time-period%22:%222022%22}](https://digital-agenda-data.eu/charts/desi-components#chart={%22indicator%22:%22desi_total%22,%22breakdown-group%22:%22desi_totals%22,%22unit-measure%22:%22pc_desi%22,%22time-period%22:%222022%22})
3. E-Government Development Index, 2020. URL: <https://www.statista.com/statistics/421580/egdi-e-government-development-index-ranking>
4. Ferrer J.-R. Barcelona's Smart City vision: an opportunity for transformation. Field Action Science Reports. 2017. Issue 16. <https://journals.openedition.org/factsreports/4367#abstract>
5. ITU-T, Smart Sustainable Cities at a Glance. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-T/ssc/Pages/info-ssc.aspx>
6. Revision of World Urbanization Prospects. 2018. URL: <https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>
7. Robert G. Hollands Will the real smart city please stand up? (2008) City analysis of urban trends, culture, theory, policy, action. Vol. 12. № 3. P. 303–320.
8. Smart cities in Norway enhance the quality of life and reduce emissions. URL: <https://www.theexplorer.no/stories/smart-cities2/smart-cities-in-norway-enhance-quality-of-life-and-reduce-emissions>
9. Smart cities. European Commission. [https://commission.europa.eu/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities\\_en#what-are-smart-cities](https://commission.europa.eu/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en#what-are-smart-cities)

10. Smart City Index 2021. URL: [https://www.imd.org/smart-city-observatory/home/#\\_smartCity](https://www.imd.org/smart-city-observatory/home/#_smartCity)
11. Stockholm Smart City. URL: <https://nscn.eu/Stockholm>
12. Замятіна Н.В. Сучасні технології у системі smart-city як механізм покращення рівня життя в умовах глобалізації. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Економіка міста та урбаністика», КНЕУ. 2018 р. С. 206–208.
13. Касич А.О., Федоряк Р.М., Собяніна А.П. Інноваційна технологія “smart city” як механізм покращення рівня життя в сучасному місті. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. 2017. № 27/1. С. 50–54. <https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/8985/1/13.pdf>
14. Маркевич К. Smart-інфраструктура у сталому розвитку міст: світовий досвід та перспективи України. Вид-во «Заповіт», 2021. 400 с.
15. Пушкар Т.А., Серьогіна Д.О., Михайлова К.В. Розвиток «розумних міст» в умовах цифрової трансформації. Держава та регіони. 2022. № 1(124). С. 116–121.
16. Скоробогатова Н.Є. Імплементация досвіду ЄС щодо переходу до міської зеленої економіки як модель післявоєнного відновлення українських міст. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2022. Вип. 44 (спецвипуск). С. 96–102. URL: [http://www.visnyk-econom.uzhnu.uz.ua/archive/44\\_2022ua/17.pdf](http://www.visnyk-econom.uzhnu.uz.ua/archive/44_2022ua/17.pdf) DOI: [10.32782/2413-9971/2022-44-15](https://doi.org/10.32782/2413-9971/2022-44-15)
17. Чукут С.А., Дмитренко В.І. «Смарт-сіті» чи електронне місто: сучасні підходи до розуміння впровадження Е-урядування на місцевому рівні. Інвестиції: практика та досвід. 2016. № 13. С. 89–93.

#### References

1. About +CityxChange. URL: <https://cityxchange.eu/>
2. Digital Economy and Society Index, 2022. URL: [https://digital-agenda-data.eu/charts/desi-components#chart={%22indicator%22:%22desi\\_total%22,%22breakdown-group%22:%22desi\\_totals%22,%22unit-measure%22:%22pc\\_desi%22,%22time-period%22:%222022%22}](https://digital-agenda-data.eu/charts/desi-components#chart={%22indicator%22:%22desi_total%22,%22breakdown-group%22:%22desi_totals%22,%22unit-measure%22:%22pc_desi%22,%22time-period%22:%222022%22})
3. E-Government Development Index, 2020. URL: <https://www.statista.com/statistics/421580/egdi-e-government-development-index-ranking>
4. Ferrer J.-R. Barcelona’s Smart City vision: an opportunity for transformation. Field Action Science Reports. 2017. Issue 16. <https://journals.openedition.org/factsreports/4367#abstract>
5. ITU-T, Smart Sustainable Cities at a Glance. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-T/ssc/Pages/info-ssc.aspx>
6. Revision of World Urbanization Prospects. 2018. URL: <https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>
7. Robert G. Hollands Will the real smart city please stand up? (2008) City analysis of urban trends, culture, theory, policy, action. Vol. 12. № 3. P. 303–320.
8. Smart cities in Norway enhance the quality of life and reduce emissions. URL: <https://www.theexplorer.no/stories/smart-cities2/smart-cities-in-norway-enhance-quality-of-life-and-reduce-emissions>
9. Smart cities. European Commission. [https://commission.europa.eu/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities\\_en#what-are-smart-cities](https://commission.europa.eu/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en#what-are-smart-cities)
10. Smart City Index 2021. URL: [https://www.imd.org/smart-city-observatory/home/#\\_smartCity](https://www.imd.org/smart-city-observatory/home/#_smartCity)
11. Stockholm Smart City. URL: <https://nscn.eu/Stockholm>
12. Zamiatina N.V. Suchasni tekhnolohii u systemi smart-city yak mekhanizm pokrashchennia rivnia zhyttia v umovakh hlobalizatsii. Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Ekonomika mista ta urbanistyka», KNEU. 2018. P. 206–208.
13. Kasych A.O., Fedoriak R.M., Sobianina A.P. Innovatsiina tekhnolohiia “smart city” yak mekhanizm pokrashchennia rivnia zhyttia v suchasnomu misti. Naukovyi visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu. 2017. № 27/1. S. 50–54. URL: <https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/8985/1/13.pdf>
14. Markevych K. Smart-infrastruktura u stalomu rozvytku mist: svitovyi dosvid ta perspektyvy Ukrainy. Vyd-vo «Zapovit», 2021. 400 p.
15. Pushkar T.A., Serohina D.O., Mykhailova K.V. Rozvytok «rozumnykh mist» v umovakh tsyfrovoy transformatsii. Derzhava ta rehiony. 2022. № 1(124). P. 116–121.
16. Skorobogatova N. Implementation of EUEu experience on the transition to urban green economy as a model of post-war recovery of Ukrainian cities. Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. 2022. Vyp. 44 (spetsvypusk). P. 96–102. URL: [http://www.visnyk-econom.uzhnu.uz.ua/archive/44\\_2022ua/17.pdf](http://www.visnyk-econom.uzhnu.uz.ua/archive/44_2022ua/17.pdf) DOI: [10.32782/2413-9971/2022-44-15](https://doi.org/10.32782/2413-9971/2022-44-15)
17. Chukut S.A., Dmytrenko V.I. «Smart-siti» chy elektronne misto: suchasni pidkhody do rozuminnia vprovadzhenia E-uraduvannia na mistsevomu rivni. Investytsii: praktyka ta dosvid. 2016. № 13. P. 89–93.

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

<b>Абрашкевич Юрій Давидович</b>	доктор технічних наук, професор, професор кафедри будівельних машин Київського національного університету будівництва і архітектури, E-mail: abrashkevych.iud@knuba.edu.ua
<b>Артюх Оксана Валентинівна</b>	доктор економічних наук, професор кафедри бухгалтерського обліку, аналізу та аудиту Одеського національного економічного університету, E-mail: Oksana_art_2017@ukr.net
<b>Беган Микита Павлович</b>	аспірант кафедри державного управління і місцевого самоврядування Херсонського національного технічного університету, E-mail: nikkitosbehappy@gmail.com
<b>Бернацький Артемій Володимирович</b>	кандидат технічних наук, старший дослідник, завідувач відділу «Спеціалізована високовольтна техніка та лазерне зварювання» Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона Національної академії наук України, E-mail: Bernatskyi@paton.kiev.ua
<b>Богадєрова Лариса Михайлівна</b>	кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри науки про Землю та хімії Херсонського державного аграрно-економічного університету, E-mail: vbohadorova@ksu.ks.ua
<b>Бойко Наталія Іванівна</b>	кандидат економічних наук, доцент кафедри системи штучного інтелекту Національного університету «Львівська політехніка», E-mail: nataliya.i.boyko@lpnu.ua
<b>Бурикін Олександр Борисович</b>	кандидат технічних наук, доцент, начальник відділу енергобалансів та нормування технологічних витрат електроенергії АТ «Вінницяобленерго», E-mail: mr.burykin@gmail.com
<b>Велика Марія Богданівна</b>	студентка кафедра маркетингу і логістики Національного університету «Львівська політехніка», E-mail: mariia.velyka.mnmkm.2021@lpnu.ua
<b>Висоцька Ірина Іванівна</b>	кандидат економічних наук, доцент кафедри організації авіаційних перевезень Національного авіаційного університету, E-mail: vysotskaia@gmail.com
<b>Войтко Сергій Васильович</b>	доктор економічних наук, професор кафедри міжнародної економіки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», E-mail: s.voytko@kpi.ua
<b>Герасименко В'ячеслав Панасович</b>	кандидат технічних наук, старший викладач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут», E-mail: syavagvp@gmail.com
<b>Герасименко Ірина Миколаївна</b>	кандидат економічних наук, доцент кафедри організації авіаційних робіт та послуг Національного авіаційного університету, E-mail: gerasimenko_1212@ukr.net
<b>Гешева Ганна Валеріївна</b>	асистент кафедри комп'ютерних наук Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, E-mail: hanna.hesheva@tsatu.edu.ua
<b>Гладишева Олександра Олександрівна</b>	студентка факультету менеджменту та маркетингу Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», E-mail: grndvld@gmail.com
<b>Глуценко Ярослава Іванівна</b>	кандидат економічних наук, доцент кафедри міжнародної економіки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», E-mail: slavina.ivc@gmail.com
<b>Гребенюк Надія Василівна</b>	кандидат економічних наук, доцент кафедри управління та адміністрування Університету Короля Данила, E-mail: lyubovborovik2015@gmail.com
<b>Грінько Ірина Миколаївна</b>	кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри міжнародної економіки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», E-mail: grinko.irina.kpi@gmail.com
<b>Данилейко Олександр Олександрович</b>	інженер-технолог I категорії відділу «Спеціалізована високовольтна техніка та лазерне зварювання» Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона Національної академії наук України; інженер I категорії кафедри лазерної техніки та фізико-технічних технологій Навчально-наукового інституту матеріалознавства та зварювання імені Є. О. Патона Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», E-mail: danyleiko.oleksandr@gmail.com
<b>Демченко Володимир Миколайович</b>	кандидат філологічних наук, доцент, доцент кафедри державного управління і місцевого самоврядування Херсонського національного технічного університету, E-mail: d.vovchyk@gmail.com
<b>Дронова Тетяна Сергіївна</b>	кандидат економічних наук, доцент кафедри маркетингу Університету митної справи та фінансів, E-mail: tatyana_sergiivna2020@ukr.net
<b>Дурман Микола Олександрович</b>	доктор наук з державного управління, професор, заслужений працівник освіти України, професор кафедри державного управління і місцевого самоврядування Херсонського національного технічного університету, E-mail: mykola.durman@gmail.com

<b>Дурман Олена Леонідівна</b>	кандидат наук з державного управління, доцент, доцент кафедри державного управління і місцевого самоврядування Херсонського національного технічного університету, E-mail: ol.durman@gmail.com
<b>Зінов'єва Ольга Геннадіївна</b>	старший викладач кафедри комп'ютерних наук Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, E-mail: olha.zinovieva@tsatu.edu.ua
<b>Капраль Ольга Ростиславівна</b>	кандидат економічних наук, старший викладач кафедри маркетингу і логістики Національного університету «Львівська політехніка», E-mail: olha.r.kapral@lpnu.ua
<b>Карнаушенко Алла Сергіївна</b>	кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки та фінансів Херсонського державного аграрно-економічного університету, E-mail: allakarnaushenko88@gmail.com
<b>Коваленко Вікторія Володимирівна</b>	доктор економічних наук, професор кафедри банківської справи Одеського національного економічного університету, E-mail: kovalenko-6868@ukr.net
<b>Ковальська Наталія Михайлівна</b>	кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри державного управління і місцевого самоврядування Херсонського національного технічного університету, E-mail: kovalsknnm@ukr.net
<b>Командровська Вероніка Євгенівна</b>	кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки та бізнес-технологій Національного авіаційного університету, E-mail: veronika-2005@ukr.net
<b>Кордиш Дмитро Євгенович</b>	аспірант кафедри управління та адміністрування Дніпропетровського державного університету внутрішніх справ
<b>Красномовець Вікторія Анатоліївна</b>	кандидат економічних наук, доцент кафедри туризму і готельно-ресторанної справи Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького, E-mail: krasnomovets v a@ukr.net
<b>Куруджи Юлія Володимирівна</b>	кандидат економічних наук, доцент кафедри «Менеджмент і маркетинг» Одеського національного морського університету, E-mail: yulia.kurudzhi@ukr.net
<b>Лебідь Вікторія Вікторівна</b>	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю Національного транспортного університету, E-mail: vikky85@ukr.net
<b>Лопушинський Іван Петрович</b>	доктор наук з державного управління, професор, заслужений працівник освіти України, завідувач кафедри державного управління і місцевого самоврядування Херсонського національного технічного університету, E-mail: doctordumetaua@meta.ua
<b>Лукашенко Володимир Андрійович</b>	кандидат технічних наук, науковий співробітник відділу «Спеціалізована високовольтна техніка та лазерне зварювання» Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона Національної академії наук України, E-mail: z_lyk@ukr.net
<b>Майбородіна Наталія Вікторівна</b>	кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри природничо-математичних та загально-інженерних дисциплін Відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут», E-mail: natashamai2311@gmail.com
<b>Малахова Тетяна В'ячеславівна</b>	доктор наук з державного управління, доцент, професор кафедри державного управління і місцевого самоврядування Херсонського національного технічного університету, E-mail: magistrdu.kntu@gmail.com
<b>Малогулко Юлія Володимирівна</b>	кандидат технічних наук, доцент Вінницького національного технічного університету, E-mail: Juliya_Malogulko@ukr.net
<b>Матвійчук Юлія Юріївна</b>	студентка факультету менеджменту, обліку та інформаційних технологій Одеського національного економічного університету, E-mail: julijamjuli13@gmail.com
<b>Мейш Юлія Анатоліївна</b>	доктор технічних наук, професор, професор кафедри вищої математики Національного транспортного університету, E-mail: juliamesh@gmail.com
<b>Наурук Ірина Миколаївна</b>	кандидат педагогічних наук, доцент кафедри інформатики і кібернетики Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького, E-mail: mikolaenko.irina@gmail.com
<b>Наурук Олексій Володимирович</b>	кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри інформатики і кібернетики Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького, E-mail: naumukl@gmail.com
<b>Олексіч Жанна Анатоліївна</b>	кандидат економічних наук, старший викладач кафедри бухгалтерського обліку та оподаткування Сумського державного університету, E-mail: z.oleksich@uabs.sumdu.edu.ua
<b>Ольховська Олена Володимирівна</b>	кандидат фізико-математичних наук, завідувач кафедри комп'ютерних наук та інформаційних Полтавського університету економіки та торгівлі, E-mail: lena@olhovsky.name
<b>Ольховський Дмитро Миколайович</b>	кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних Полтавського університету економіки та торгівлі, E-mail: dmitriy@olhovsky.name
<b>Омелюх Роман Тарасович</b>	студент кафедри системи штучного інтелекту Національного університету «Львівська політехніка», E-mail: roman.omeliukh.knm.2019@lpnu.ua

<b>Оріхівська Оксана Юрійвна</b>	старший викладач кафедри комп'ютерних наук та інформаційних Полтавського університету економіки та торгівлі, E-mail: orikhivska@ukr.net
<b>Петренко Вікторія Сергіївна</b>	доктор економічних наук, доцент кафедри фінансів, обліку та підприємництва Херсонського державного університету, E-mail: vpetrenko@ksu.ks.ua
<b>Поліщук Андрій Григорович</b>	здобувач кафедри будівельних машин Київського національного університету будівництва і архітектури, E-mail: p.a.g.19.05@gmail.com
<b>Поліщук Андрій Леонідович</b>	кандидат технічних наук, генеральний директор АТ «Вінницяобленерго», E-mail: al.polishchuk@vntu.edu.ua
<b>Почка Костянтин Іванович</b>	доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри професійної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури, E-mail: pochka.ki@knuba.edu.ua
<b>Пристайло Микола Олексійович</b>	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри будівельних машин Київського національного університету будівництва і архітектури, E-mail: prystailo.mo@knuba.edu.ua
<b>Проніна Оксана Володимирівна</b>	кандидат наук з державного управління, доцент кафедри державного управління і місцевого самоврядування Херсонського національного технічного університету, E-mail: gydkz@ukr.net
<b>Ромах Валентина Леонідівна</b>	старший викладач кафедри «Експлуатація портів і технологія вантажних робіт» Одеського національного морського університету, E-mail: RomakhValentina@gmail.com
<b>Руш Олена Сергіївна</b>	студентка факультету менеджменту та маркетингу Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», E-mail: olena.rusch@gmail.com
<b>Рясна Ірина Іванівна</b>	кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України, E-mail: riasnaia@gmail.com
<b>Савченко Тетяна Вікторівна</b>	кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри маркетингу, підприємництва і торгівлі Одеського національного технологічного університету, E-mail: savchenko1802@ukr.net
<b>Сенько Іван Олександрович</b>	кандидат фізико-математичних наук, науковий співробітник Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України, E-mail: statistic.roots.2013@gmail.com
<b>Сенько Олександр Євгенійович</b>	провідний інженер-програміст Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України, E-mail: aleksesenko2022@gmail.com
<b>Сергєєва Олена Степанівна</b>	кандидат економічних наук, доцент кафедри банківської справи Одеського національного економічного університету, E-mail: lenasergeeva2007@ukr.net
<b>Сіора Олександр Васильович</b>	науковий співробітник відділу «Спеціалізована високовольтна техніка та лазерне зварювання» Інституту електрозварювання імені С. О. Патона Національної академії наук України, E-mail: siora_ov@ukr.net
<b>Скоробогатова Наталія Євгенівна</b>	кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри міжнародної економіки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», E-mail: nskorobogatova@ukr.net
<b>Собіборець Олександр Юрійович</b>	кандидат фізико-математичних наук, завідувач кафедри комп'ютерних наук та інформаційних Полтавського університету економіки та торгівлі, E-mail: alexsobiborets@gmail.com
<b>Соколова Олена Євгенівна</b>	кандидат економічних наук, доцент кафедри організації авіаційних перевезень Національного авіаційного університету, E-mail: sokolovaelena89@gmail.com
<b>Соловійова Олена Олександрівна</b>	кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки та бізнес-технологій Національного авіаційного університету, E-mail: elensol52@gmail.com
<b>Солодуха Марія Вікторівна</b>	аспірантка Сумського державного університету, E-mail: m.v.solodukha@gmail.com
<b>Степанов Віктор Юрійович</b>	доктор наук з державного управління, професор, професор кафедри туристичного бізнесу Харківської державної академії культури, E-mail: vs2994018@gmail.com
<b>Трачук Альона Миколаївна</b>	здобувач Навчально-наукового інституту економіки і права Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького, E-mail: alyonatrachuk@gmail.com
<b>Хаскін Владислав Юрійович</b>	доктор технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу «Електротермічних процесів обробки матеріалів» Інституту електрозварювання імені С. О. Патона Національної академії наук України, E-mail: khaskin1969@gmail.com
<b>Черненко Оксана Олексіївна</b>	кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних Полтавського університету економіки та торгівлі, E-mail: oksanachenko7@gmail.com
<b>Чушак Анна Володимирівна</b>	здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 281 «Публічне управління та адміністрування» Херсонського національного технічного університету, E-mail: magistrdu.kntu@gmail.com

## 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 англомовний 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. Ekrany 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 reabilitatsii [The ways to increase turbogenerators power in the execution works during the rehabilitation]. *Sistemi obrobki informatsii. Zbirnik naukovikh prats'. Kharkivs'kii universitet povitrianih 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'nyh transformatorov massovyh 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**Херсонський національний технічний університет  
ORCID: ...**І. Ф. БОНДАРЬ**Херсонський національний технічний університет  
ORCID: ...**С. О. ІВАНОВА**Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків  
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**Kherson National Technical University  
ORCID: ...**I. F. BONDAR**Kherson National Technical University  
ORCID: ...**S. O. IVANOVA**Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy, Kharkiv  
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 мкм) 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, остаточна геометрична форма деформованої 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)*

## НОТАТКИ

# 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 05.10.2022.

Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman. Папір офсет. Цифровий друк.  
Ум.-друк. арк. 25,81. Замов. № 0223/114. Наклад 100 прим.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»

65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1

Телефон +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08

E-mail: [mailbox@helvetica.ua](mailto:mailbox@helvetica.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 7623 від 22.06.2022 р.