

SCI-CONF.COM.UA

SCIENTIFIC RESEARCH: MODERN CHALLENGES AND FUTURE PROSPECTS



**PROCEEDINGS OF XII INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
JULY 7-9, 2025**

**MUNICH
2025**

SCIENTIFIC RESEARCH: MODERN CHALLENGES AND FUTURE PROSPECTS

Proceedings of XII International Scientific and Practical Conference

Munich, Germany

7-9 July 2025

Munich, Germany

2025

UDC 001.1

The 12th International scientific and practical conference “Scientific research: modern challenges and future prospects” (July 7-9, 2025) MDPC Publishing, Munich, Germany. 2025. 188 p.

ISBN 978-3-954753-06-2

The recommended citation for this publication is:

Ivanov I. Analysis of the phaunistic composition of Ukraine // Scientific research: modern challenges and future prospects. Proceedings of the 12th International scientific and practical conference. MDPC Publishing. Munich, Germany. 2025. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/xii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-scientific-research-modern-challenges-and-future-prospects-7-9-07-2025-myunhen-nimechchina-arhiv/>.

Editor

Komarytskyy M.L.

Ph.D. in Economics, Associate Professor

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

e-mail: munich@sci-conf.com.ua

homepage: <https://sci-conf.com.ua>

©2025 Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua” ®

©2025 MDPC Publishing ®

©2025 Authors of the articles

TABLE OF CONTENTS

AGRICULTURAL SCIENCES

1. *Чайка А., Яценко Н., Кравченко В., Вишневська Л., Михайловин Ю.* 7
ВИРОЩУВАННЯ РІПЧАСТОЇ ЦИБУЛІ З НАСІННЯ

MEDICAL SCIENCES

2. *Haydash O. I., Yanchevsky O. V.* 10
THE STATE OF ACID RESISTANCE OF ERYTHROCYTES IN PATIENTS WITH ACUTE BRONCHITIS
3. *Гайдаш О. І., Янчевський О. В.* 12
ГІГІЄНИЧНИЙ СКРИНІНГ ПОВЕРХНЕВОЇ ВОДИ РІЧКИ СТВИГА РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ УКРАЇНИ
4. *Герасименко О. І., Герасименко Є. О., Герасименко О. В.* 14
СУБМІКРОСКОПІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЕРВИННОГО РАКУ ТА ЙОГО МЕТАСТАЗІВ
5. *Ксензов Т. А.* 21
ДЕГЕНЕРАЦІЯ МІЖХРЕБЦЕВИХ ДИСКІВ L5-L4, L5-S1 ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ЗІ СТРУКТУРОУТВОРЮВАЛЬНИМИ КОЛАГЕНАМИ ДРАГЛИСТОГО ЯДРА COL2A1RS2276454, RS1793953, COL9A1RS1135056, COL11A1RS1676486
6. *Цвігун М. Б.* 24
ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НА РАК ПЕРЕДМІХУРОВОЇ ЗАЛОЗИ СЕРЕД НАСЕЛЕННЯ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

PHARMACEUTICAL SCIENCES

7. *Alizadeh E., Aliyeva S., Suleymanova T.* 28
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF EXTRACTS FROM *CRATAEGUS SANGUINEA* PALL. AND *CRATAEGUS KYRTOSTYLA* AUCT.

TECHNICAL SCIENCES

8. *Nazarov O., Nazarova N., Moskovchenko Ye.* 32
ANALYSIS OF SOFTWARE SYSTEMS FOR MANAGING A FAST FOOD CHAIN
9. *Nazarov O., Nazarova N., Nikitenko N.* 40
ANALYSIS OF SOFTWARE SYSTEMS FOR THE SECURE STORAGE OF USER DATA
10. *Rubtsov A. L., Mykolaiets D. A., Svirko V. O.* 46
СТАНДАРТИЗАЦІЯ ЕРГОДИЗАЙНЕРСЬКИХ ПОКАЗНИКІВ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ
11. *Voskoboinick V., Trudenko D., Voskobiinyk Yu., Voskoboinik S.* 53
REFLECTION AND TRANSMISSION OF WAVES THROUGH PERMEABLE BREAKWATER

12.	Волков Є. В., Погребна Ю. С.	63
	ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ЗАБРУДНЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА ПРОДУКТАМИ ДУГОГАСІННЯ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ КОНТАКТНИХ ВУЗЛІВ ПЕРЕМИКАЧА	
13.	Литвиненко Р. Г., Макаліш Б. Д., Янковський О. Г.	70
	КОМПЛЕКСНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ІІІ ТА БЕЗПЛОТНИХ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН У ПРАВООХОРОННІЙ ДІЯЛЬНОСТІ	
14.	Стоянович В. М.	72
	КІБЕРБЕЗПЕКА ДОМАШНІХ СМАРТ-ПРИСТРОЇВ І ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ ГІГІЄНИ КОРИСТУВАЧІВ	
15.	Уколов В. М.	77
	ВПЛИВ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ НА РОЗВИТОК ЕЛЕКТРОННОГО УРЯДУВАННЯ	
16.	Фіалко Н. М., Дінжос Р. В., Меранова Н. О., Шеренковський Ю. В.	84
	ВПЛИВ МЕТОДІВ СИНТЕЗУ ПОЛІМЕРНИХ МІКРО- І НАНОКОМПОЗИТІВ НА ЇХ ТЕПЛОПРОВІДНІ ВЛАСТИВОСТІ	
PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES		
17.	Mamedov Rauf Mammad, Abbasova Samira Vagif	90
	THE ROLE OF INTERACTIVE TECHNOLOGIES IN TEACHING ADVANCED MATHEMATICS	
18.	Калайда О. Ф.	96
	МНОГОЧЛЕНИ ТЕЙЛОРА ДЛЯ СЕРЕДНЬОЇ ТОЧКИ В ТЕОРЕМІ ЛАГРАНЖА	
ARCHITECTURE		
19.	Гомон О. О., Пантюхіна О. Ю., Булкін М. М.	98
	ЗЕЛЕНА ВІДБУДОВА В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВІЙНИ ТА ПОВОЄННОГО РОЗВИТКУ	
PEDAGOGICAL SCIENCES		
20.	Гріньова В. В.	102
	ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ В СИСТЕМІ МУЗИЧНОЇ ОСВІТИ: ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА	
POLITICAL SCIENCES		
21.	Kutsia V.	109
	MODERN CHALLENGES IN THE CIVIL SERVICE: STEPS TOWARD EFFICIENCY IN GEORGIA	
PHILOLOGICAL SCIENCES		
22.	Край Х. С.	127
	ПРОБЛЕМАТИКА ТА МЕТОДОЛОГІЯ ПЕРЕКЛАДУ АНГЛОМОВНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ЛЕКСИКИ В УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ ТА СУЧАСНИХ КОНФЛІКТІВ	

ECONOMIC SCIENCES

- | | | |
|-----|--|-----|
| 23. | <i>Bieliaieva N.</i>
STRATEGIC HUMAN RESOURCE MANAGEMENT AS A KEY TO
SUSTAINABLE BUSINESS DEVELOPMENT IN CONDITIONS OF
INSTABILITY | 131 |
| 24. | <i>Biliseishvili T.</i>
MANAGEMENT AND ORGANIZATIONS | 136 |
| 25. | <i>Hrebenozhko R.</i>
INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN FISCAL POLICY UNDER THE
DIGITAL TRANSFORMATIONS IN UKRAINE | 142 |
| 26. | <i>Klimenko M. O.</i>
DEVELOPMENT OF SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES
UNDER CONDITIONS OF CRISIS AND ECONOMIC INSTABILITY
IN UKRAINE | 146 |
| 27. | <i>Shenderivska L., Pogrebniak A.</i>
PRODUCTION PLANNING IN THE CONTEXT OF
DIGITALIZATION AND THE SPREAD OF ARTIFICIAL
INTELLIGENCE | 151 |
| 28. | <i>Грамотнєв В. Е.</i>
ІНСТИТУЦІЙНІ ЗАСАДИ ЕФЕКТИВНОЇ ПОЛІТИКИ ПП У
ПОСТКОНФЛІКТНИЙ ПЕРІОД: КЕЙС РУАНДИ | 158 |
| 29. | <i>Лимар В. В., Сафаров Ульві Абузєр огли</i>
АНАЛІЗ ТОВАРНОЇ СТРУКТУРИ ЕКСПОРТУ УКРАЇНИ В
АЗЕРБАЙДЖАН | 164 |
| 30. | <i>Фастовець Н. В., Пузачова Т. В.</i>
ПОСЛУГА ЯК ЕКОНОМІЧНА КАТЕГОРІЯ | 167 |
| 31. | <i>Шуміло Я. М.</i>
ІНВЕСТИЦІЙНІ ТЕНДЕНЦІЇ У СФЕРІ НЕРУХОМОСТІ:
ГЛОБАЛЬНІ ТРЕНДИ ТА РОЗВИТОК ДОЛЬОВИХ МОДЕЛЕЙ В
УКРАЇНІ | 172 |

LEGAL SCIENCES

- | | | |
|-----|--|-----|
| 32. | <i>Chikovani Nino, Malkhaz Chitaia</i>
INVESTIGATION OF DNA POLYMORPHISM (STR) FREQUENCY
IN THE GEORGIAN POPULATION FROM A FORENSIC GENETICS
PERSPECTIVE | 178 |
|-----|--|-----|

AGRICULTURAL SCIENCES

ВИРОЩУВАННЯ РІПЧАСТОЇ ЦИБУЛІ З НАСІННЯ

Чайка Анатолій,
аспірант кафедри овочівництва
Яценко Наталія,
д. с.-г. наук, професор кафедри овочівництва
Кравченко Віталій,
завідувач кафедри рослинництва
Вишневська Леся,
доцент кафедри рослинництва
Михайловин Юлія,
викладач кафедри рослинництва
Наталія Полторецька,
доцент кафедри рослинництва
Уманський національний університет

Ріпчасту цибулю одна з найбільш перараспространених овочевих культур, вирощуванням якої займаються як овочівники любителі, так і великі фермерські організації. При дотриманні технології поливу і відповідного способу вирощування, ріпчаста цибуля дає урожай – 3 – 7 кг / м².

Завдяки своїм якостям і здатності давати хороші врожаї, робить цю ріпчасту культуру цибулі широко поширеним і прибутковим заняттям. Існує кілька способів вирощування ріпчастої цибулі: посадка севком, вибірка, вирощування з насіння посівом в ґрунт, розсадою. Коренева система ріпчастої цибулі розвинена дуже слабо, тому хороші врожаї цибулі можна отримати на родючих і багатих гумусом ґрунтах. Кращі попередники – рання капуста, бобові, баштанні, томат, огірок.

Посів насіння цибулі ріпчастої проводять відразу ж після вирівнювання поверхні смуговим способом з міжряддями між центрами смуг 30 – 40 см і шириною смуги 8 – 10 см. На квадратний метр площі висівають 2 г насіння

схожості. Перед посівом їх замочують і протрують фентіураму (3 – 4 г / кг). До насіння в якості маякової культури підмішують салат або редис, закладають у вологий ґрунт на глибину 3 см і після посіву насіння накочують. До появи сходів руйнують кірку, проводять розпушування міжрядь по сходам маякових культур, в разі підсихання верхнього шару посіву цибулі поливають через сітку з дрібними отворами, норма поливу – 15 – 20 л / м².

Коли рослини досягають фази двох листочків, їх проріджують, залишаючи на відстані 2 – 4 см один від одного. У фазі 4 – 5 листків рослина вдруге проріджують на відстані 4 – 6 см. На 1 погонному метрі смуги залишають 40 розвинених рослин. При другому проріджуванні прибирані рослини використовують в їжу. Протягом вегетації ґрунт розпушують на глибину 6 – 8 см. Після поливу і розпушування посередині міжрядь прорізають щілини на глибину до 15 – 20 см. При розпушуванні не можна допускати підгортання рослин, так як це стримує формування і зростання цибулин ріпчастої цибулі. Першу підгодівлю роблять відразу ж після першого проріджування, другу після – через 15 – 20 днів, третю – при утворенні цибулин.

З появою початкових ознак хвороби – хибно-борошнистої роси рослини обприскують розчином 1% -ною бордоською рідини або 0,4% -ним розчином цинебу, хлорокиси міді з додаванням до розчинів знятого молока для прилипання (100 г на 10 л розчину). Залежно від погодних умов роблять 3 – 4 обробки з інтервалом 7 – 10 днів. Останнє обприскування проводять за 15 – 20 днів до збирання. При вилягання листя цибулі починаються жнива. Технологія вирощування цибулі ріпчастої з севка. Севок – це дрібні цибулини діаметром до 3 см, які вирощені з насіння і призначені для посадки. Ґрунт для посадки цибулі ріпчастої з севка готують як і вище описаної технології вирощування з насіння.

Після сходів ґрунт розпушують на глибину 5 – 6 см, проводять першу підгодівлю розчином коров'яку (1: 8) або курячого посліду (1:12), через 20 – 25 днів повторно вносять мінеральні добрива. Норма така ж як і вирощування

цибулі ріпчастої з насіння. Добрива вносять при поливі. Подальший догляд полягає в видаленні квіткових стрілок і проведенням меншої кількості поливів в зв'язку з більш раннім терміном досягання цибулин. Урожай ріпчастої цибулі гострих сортів – 3 – 5 кг / м², напівгострих і солодких – 6 – 7 кг / м², цибулі-севка і вибірка – 2 – 3 кг / м². Технологія вирощування цибулі ріпчастої розсадою.

Розсаду висаджують у борозенки, нарізані на глибину 5 – 7 см. У борозенки вносять перегній шаром 1 – 1,5 см, а потім розкладають розсаду. Коріння розсади вирівнюють і притискають до бічної сторони борозенки або присипають землею, потім злегка ущільнюють. Відстань між борозенками 20-25 см, між рослинами в ряду – 5 – 7 см, глибина закладення 3 – 4 см. Догляд за розсадним ріпчастою цибулею такий же як і при вирощуванні севком, вибірка або з насіння. Технологія вирощування цибулі ріпчастої вибірки. Вибірок – посадковий матеріал діаметром до 3,5 см, отриманий від посадки севка або від цибулі більш старших поколінь. Технологія вирощування подібна до севком.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Л. С. Гіль, А. І. Пашковський, Л. Т. Суліма. Вінниця “Нова Книга” 2008
2. Гамалій Г. М. «Овочівництво закритого ґрунту» – Київ: Аграрна наука, 2018. Підручник з детальним описом технологічних процесів у тепличному овочівництві.
3. Баланюк І. П., Лопушняк Г. І. «Вплив краплинного зрошення на продуктивність огірка в умовах закритого ґрунту» // Вісник аграрної науки, 2021.

MEDICAL SCIENCES

THE STATE OF ACID RESISTANCE OF ERYTHROCYTES IN PATIENTS WITH ACUTE BRONCHITIS

Haydash Olena Igorivna,

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Therapy No. 2

Yanchevsky Oleksandr Valeriyovych

Doctor of Philosophy, Associate Professor,
Acting Head of the Department of Biology, Histology,
Pathomorphology and Forensic Medicine.
State Institution "Luhansk State Medical University"
Rivne, Ukraine

Introduction. Acute bronchitis is a poly etiological microbial disease that occurs against the background of pre-existing secondary immunodeficiency. The onset of the disease is accompanied by the release of blood cells from the blood depots, which causes leukocytosis and a slight increase in the number of erythrocytes in the peripheral circulation. An intoxication syndrome plays a significant role in the pathogenesis of acute bronchitis, in which the primary source of toxins in the patient's body are endotoxins (lipopolysaccharides, peptidoglycan, teichoic acids) of pneumotropic microorganisms. Bacterial endotoxins negatively affect the body's homeostasis and activate the immune system and lipid peroxidation. Inflammation in the bronchi is also accompanied by bronchial obstruction and hypoxia, which increases the activity of peroxidation processes, as a result of which the cytoplasmic membranes of cells and their organelles become unstable. The state of cell membranes can be judged on the basis of their acid resistance.

Aime. To study the acid resistance of peripheral blood erythrocytes in patients with acute bronchitis.

Materials and methods. Peripheral blood of 19 people aged 27.5 ± 2.5 years,

patients with acute bronchitis of moderate severity, in the dynamics of the disease was studied. The control group consisted of 14 practically healthy donors of a similar age. Blood was taken from a finger, in the morning, on an empty stomach. The acid resistance of erythrocytes was studied according to the method of Terskov and Gitelson (1957). According to the obtained data, erythrograms were made (dependence between the percentages of hemolyzed erythrocytes for every 30 s of the action of the hemolytic factor) and the following indicators were calculated: duration of hemolysis (min), time of maximum hemolysis (min), maximum proportion of hemolyzed erythrocytes for the first 30 s of hemolysis (%), maximum proportion of hemolyzed erythrocytes (%). The results of the study were processed statistically.

Results and discussion. In the acute phase of the disease, the interaction of erythrocytes of peripheral blood of patients with acute bronchitis with 0.1 M hydrochloric acid was accompanied by an increase in spherulation time by 1.19 times ($p < 0.05$), the time of appearance of the maximum of hemolysis by 1.22-1.28 times ($p < 0.01$), the duration of hemolysis by 1.36-1.43 times ($p < 0.01$ - $p < 0.0001$), and a decrease in the height of the maximum of hemolysis by 1.14 times ($p < 0.05$). In the convalescence phase, the indicated changes in the acid resistance of erythrocytes improved, most of the indicators reached the upper limit of the physiological norm. The registered changes in the acid resistance of erythrocytes in patients with acute bronchitis indicate an increase in the resistance of the cytoplasmic membranes of erythrocytes, which can be explained by the release from blood depots, and primarily from the bone marrow, of young erythrocytes, in the cytoplasm of which there is a sufficient number and activity of enzymes and other biologically active compounds that counteract lipid peroxidation in the membranes.

Conclusions. In patients with moderate acute bronchitis, in the acute phase of the disease, there is an increase in the indicators of acid resistance of erythrocytes in peripheral blood. In the convalescence phase, changes in the acid resistance of erythrocytes are significantly reduced.

ГІГІЄНІЧНИЙ СКРИНІНГ ПОВЕРХНЕВОЇ ВОДИ РІЧКИ СТВИГА РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ УКРАЇНИ

Гайдаш Олена Ігорівна,

к.мед.н., доцент,

доцент кафедри терапії № 2

Янчевський Олександр Валерійович

доктор філософії, доцент,

в.о. завідуючого кафедри біології, гістології,

патоморфології та судової медицини

Державний заклад «Луганський державний медичний університет»

м. Рівне, Україна

Вступ. Річка Ствига – правий приток Прип'яті (басейн Дніпра), протікає в межах Рівненської області. Довжина Ствиго у межах України – 60 км. Впадає у Прип'ять на схід від смт Турова. Трансформація клімату та інтенсивний антропогенний вплив здатні змінювати гідрохімічні показники води річкових систем.

Мета роботи – гігієнічний скринінг гідрохімічних і мікробіологічних показників поверхневої води ріки Ствига в межах Рівненської області України.

Матеріали та методи. Матеріалом дослідження були зразки поверхневої води річки Ствига здобуті в межах села Глинне Сарненського району Рівненської області в листопаді 2024 року. Гідрохімічні дослідження включали визначення мінералізації води (ppm), електропровідності ($\mu\text{S}/\text{cm}$), окислювально-відновного потенціалу (mV), концентрації водневих іонів (pH), постійної жорсткості (GH), тимчасової жорсткості (KH), концентрацій іонів Ca^{2+} , Mg^{2+} , розчиненого SiO_2 . Мінеральність та електропровідність води визначали за допомогою TDS-метра – TDS&EC meter (hold) (Китай), водневий показник - приладом pH-метр (Китай), постійну та тимчасову жорсткості – з використанням тест-систем GH та KH «Tetra Test» (Німеччина). Концентрації іонів Ca^{2+} та Mg^{2+} вимірювали тест-системою Aquatest Ca Mg «Zoolek» (Німеччина), оксид кремнію – тест-системою Aquatest SiO_2 «JBL» (Німеччина). Визначення окисно-відновного потенціалу води (mV) проводили за допомогою

приладу YY-400 (Китай). До мікробіологічного дослідження види входило вивчення загального мікробного числа і колі-індексу. Отримані результати оброблялись статистично.

Результати та обговорення. Поверхнева вода річки Стви́га протягом дослідного періоду мала середню мінералізацію $55,2 \pm 2,8$ мг/л, коливаючись від 46 мг/л до 69 мг/л. Відповідно, електропровідність поверхневої води Стви́ги складала $110,4 \pm 5,5$ $\mu\text{S}/\text{cm}$, змінюючись в діапазоні від 92 $\mu\text{S}/\text{cm}$ до 138 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Реакція досліджених зразків води коливалась від слабко кислої (6,67 у.о.) до слабо лужної (7,78 у.о.), середній показник рН склав $7,24 \pm 0,4$ у.о. Середній показник GH поверхневої води річки Стви́ги дорівнював $3,0 \pm 0,15^\circ\text{d}$, мінімальний показник GH був $2,7^\circ\text{d}$, GH, максимальний – $3,9,0^\circ\text{d}$. Тимчасова жорсткість води – КН, в середньому склала $2,0 \pm 0,1^\circ\text{d}$, мінімальний показник дорівнював $1,8^\circ\text{d}$, максимальний – $2,4^\circ\text{d}$. Окислювально-відновний потенціал – ORP у всіх зразках води дорівнював 0. Середній вміст іонів Ca^{2+} склав $15,8 \pm 0,8$ мг/л, мінімальний показник 13,0 мг/л, максимальний – 17,5 мг/л. Вміст іонів Mg^{2+} протягом дослідного терміну склав в середньому 2,5 мг/л, при мінімумі 1,5 мг/л, і максимумі 3,0 мг/л. Концентрація іонів кальцію перевищувала таку для іонів магнію в середньому в 6,32 рази. Концентрація розчиненого SiO_2 була більше 6 мг/л. В усіх здобутих зразках води річки Стви́ги мікробіологічні показники (загальне мікробне число, колі-індекс) були в межах нормативних.

Висновки. Гідрохімічні показники поверхневої води річки Стви́ги є типовими для водогонів невеликої жорсткості. Гідрохімічний і мікробіологічний статус річки Стви́ги в межах села Глинне Сарненського району Рівненської області є добрим.

СУБМІКРОСКОПІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЕРВИННОГО РАКУ ТА ЙОГО МЕТАСТАЗІВ

Герасименко Олександр Іванович,
д.мед.н., професор,
Герасименко Євген Олександрович,
к.мед.н., доцент,
Донецький національний
медичний університет МОЗ України
Герасименко Ольга Василівна,
лікар онколог,
клінічна лікарня «Феофанія», м. Київ

Вступ. Метастазування або поширення ракових клітин від первинного джерела до окремих органів є однією з ключових характеристик агресивності ракових захворювань.

Дослідження цього процесу є важливим етапом у розумінні ракової патології та розробці нових методів лікування. Один із способів дослідження метастатичного процесу є електронна мікроскопія, що дозволяє досліджувати мікроструктури та морфологію клітин та тканин на нанометровому рівні.

Зміни в морфології клітини, структурі ядра, мітохондріях та інших клітинах органели, які можуть визначати агресивність клітин та їх підвищену здатність до інвазії, виявити особливості клітинної біології та модифікації клітин під час метастазування. Отже доцільним є порівняння ракових клітин первинної пухлини з її метастазами. Що й стало завданням даного дослідження

Матеріал та методи. Для ультраструктурного дослідження первинної пухлини (рак різних органів) та її метастазів використовували секційний матеріал з патологоанатомічного відділення, префіксували 2,5% розчином глютарового альдегіду на фосфатному буфері; промивали цим же буфером; фіксували 2% розчином чотирьохокису осмію за методом Міллоніга. Після відмивання буфером кусочки тканини зневоднювали в спиртах висхідної концентрації та окису пропілену.

Просочень шматочки заливали сумішшю смол «Епон-812». Ультратонкі зрізи готували на ультратомі, контрастували на сіточках ураніл ацетатом. Досліджували та фотографували зрізи в електронному мікроскопі «TESLA-BS-613». Трактувалися електронограми за відповідними посібниками з електронної мікроскопії.

Результати та обговорення. Шляхом електронно-мікроскопічного дослідження первинного раку та його метастазів з'ясовано, що як у первинного раку, так і в його метастазах має місце виразний тканинний та клітинний поліморфізм.

Разом з тим, первинний рак найчастіше характеризується наявністю зон росту пухлинних клітин з різним ступенем виразності атипізму. У той же час у метастатичних вузлах, особливо на ранній стадії їх росту, клітинний склад мономорфний, з виразними ознаками злоякісності: більш виразним ядерним поліморфізмом, відносним збільшенням поліхроматизму ядер порівняно з первинною пухлиною (рис. 1, рис. 2).

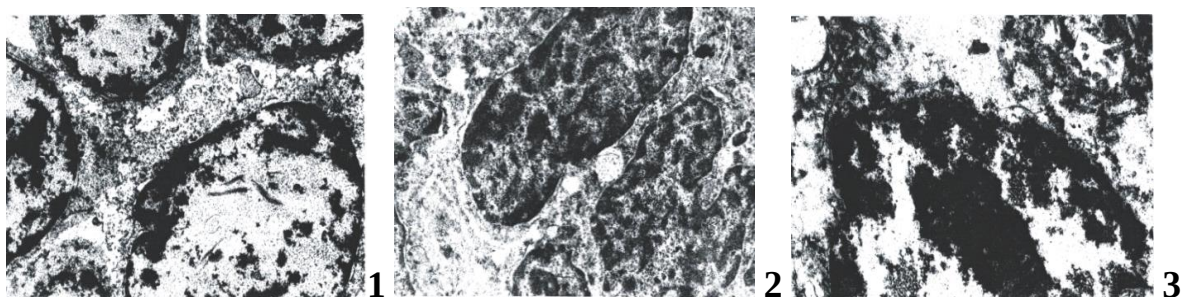


Рис. 1. Первинний рак нирки. Пухлинні клітини відносно мономорфні, ядра з рівними контурами та нерівномірним розподілом хроматину. x6000.

Рис. 2. Те ж спостереження. Метастаз в очеревину. Виразний ядерний поліморфізм, контури ядер порізані, у вузькому обідку цитоплазми багато рибосом. x7300.

Рис. 3. Пухлинна клітина метастазу в нирку раку легені. У ядрі хроматин розподілено нерівномірно. x10 000.

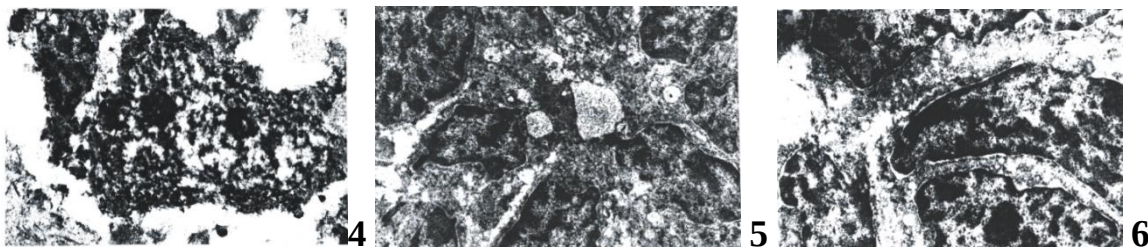


Рис. 4. Пухлинна клітина метастазу в печінку раку легені. Ядро містить два ядерця великих розмірів. x7300.

Рис. 5. Метастаз недиференційованого раку легені в плевру. Комплекс пухлинних клітин формує залозистоподібну структуру. x7300.

Рис. 6. Те ж спостереження. Метастаз у печінку. Комплекс пухлинних клітин без ознак диференціювання. x7300.

Ядра пухлинних клітин у метастазах відрізняються більш виразною нерівномірністю розподілу хроматину (рис. 3), часто збільшенням кількості ядерців у ядрі (рис. 4).

Ступінь диференціювання у різних метастазах часом неоднакова. Так, при первинному недиференційованому раку легені в одному з метастазів переважали структури, що нагадують протоки (рис. 5), що можна розцінити як прояв залізистої диференціювання клітин; в інших метастазах пухлинні клітини розташовувалися хаотично, без ознак тканинного диференціювання (рис. 6).

У пухлинних клітинах метастазів переважають ядра з більш порізнаними контурами з утворенням глибоких інвагінатів (рис. 7). Кількість хроматину в ядрах пухлинних клітин первинної пухлини та її метастазах та характер його розподілу нерівномірний (рис. 8). У цитоплазмі пухлинних клітин метастатичних вузлів визначається відносно більше, ніж у пухлинних клітинах первинного раку вільних рибосом, які розташовуються у вигляді розеток або ланцюжків і не пов'язані з ендоплазматичним ретикулумом (рис. 9).

У первинному раку частіше зустрічаються зони росту пухлинних клітин, у яких у зоні міжклітинних контактів переважають щільні міжклітинні утворення із ущільненням цитоплазматичної мембрани, тобто, структур, що нагадують десмосоми (рис. 10). Водночас у метастазах переважають пухлинні

клітини з звивистою цитоплазматичною поверхнею та практично відсутніми десмосомами або іншими міжклітинними утвореннями (рис. 11). У метастатичних вузлах у цитоплазмі пухлинних клітин лізосом більше, ніж у первинної пухлини, проте у різних метастазах лізосомальна активність проявляється по-різному: в одних більше (рис. 12), в інших значно.

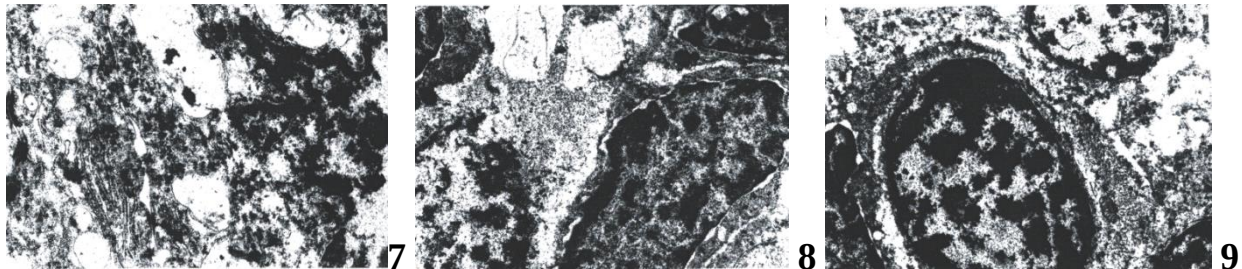


Рис. 7. Пухлинна клітина метастазу раку легені у нирці. Ядро з виразною порізаністю контурів, в цитоплазмі багато вільних рибосом. x10000.

Рис. 8. Те ж спостереження. Метастаз у очеревину. Дві пухлинні клітини з різною кількістю хроматину в ядрі та різною електронною щільністю цитоплазми. x7300.

Рис. 9. Пухлинна клітина метастазу недиференційованого раку шлунка в печінці. У цитоплазмі багато вільних рибосом. x7300.

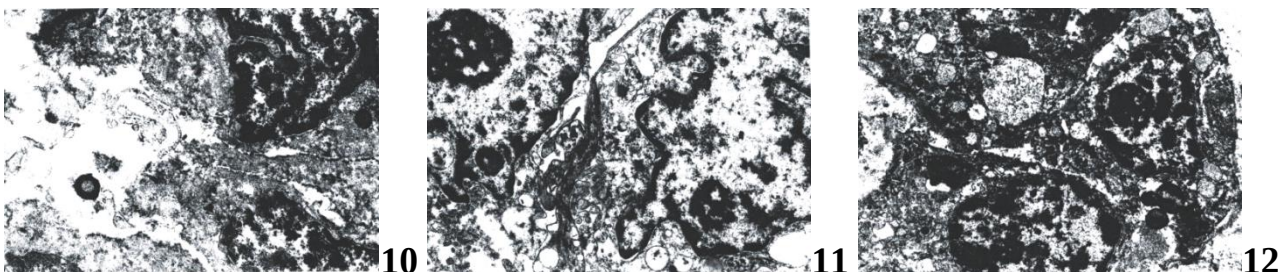


Рис. 10. Первинний рак підшлункової залози. У зоні міжклітинних контактів визначаються осередки ущільнення цитоплазматичної мембрани. x7300.

Рис. 11. Те ж спостереження. Метастаз у печінці. У цитоплазматичних мембранах пухлинних клітин відсутні структури, що з'єднують їх. x7300.

Рис. 12. Пухлинна клітина метастазу раку шлунка в підшлунковій залозі. У цитоплазмі багато лізосом. x50909.

Раніше зазначалося, що в пухлинних вузлах первинного раку, що метастазував, і його метастазах, як правило, слабо розвинені імуноморфологічні

реакції.

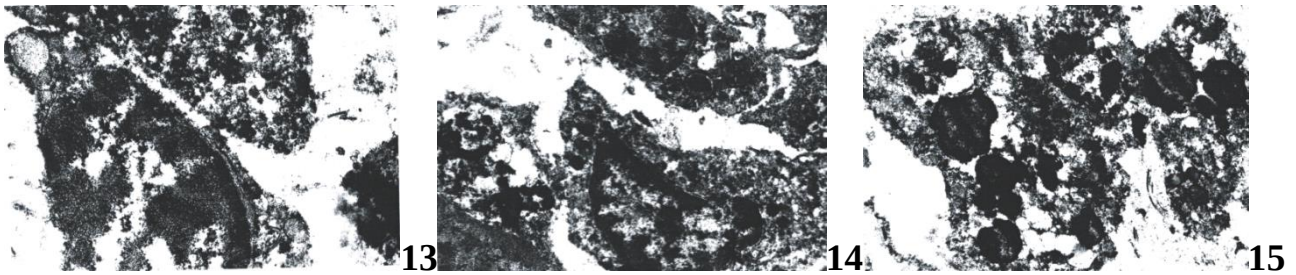


Рис. 13. Метастаз раку шлунка в підшлунковій залозі. Лімфоцит, що контактує з пухлинною клітиною. x10000.

Рис. 14. Те ж спостереження. Метастаз раку в печінці. Імунний лімфоцит, що контактує з пухлинною клітиною. У пухлинній клітині ознаки активації лізосом та лізису цитоплазми. x6000.

Рис. 15. Те ж спостереження. Метастаз раку в печінці. Пухлинна клітина, що руйнується, після контакту з лімфоцитом: лізис цитоплазми, активація лізосом. x10000.

При електронно-мікроскопічному дослідженні видно, що у первинному пухлинному вузлі метастазуючого раку практично відсутні клітинні імунні реакції, а в метастазах, особливо ранніх, серед пухлинних клітин зустрічаються лімфоцити, що контактують із ними; в останніх видно ознаки ушкодження (рис. 13, рис. 14, рис. 15). Це може бути проявом того, що в метастазі проліферує клон клітин, до якого імунна система не толерантна або це є проявом місцевих клітинних імунних реакцій. У ряді ракових клітин первинної пухлини та її метастазів у зоні росту виявляються ознаки некрозу і поза контактом з імунокомпетентними клітинами (рис. 16). Це може бути наслідком впливу на них гуморальних чинників імунітету або результатом недостатності кровообігу через відставання росту судин.

У зоні некрозу пухлинних клітин трапляються лейкоцити з ознаками макрофагальної активності (рис. 17). За межею росту більшості метастазів відзначається активація фібробластів (рис. 18) та фіброкластів, трапляються поодинокі плазматичні клітини з ознаками функціональної активності.

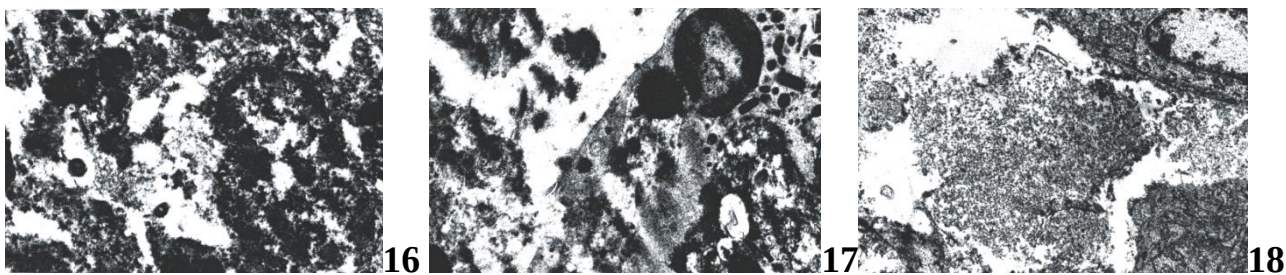


Рис. 16. Те ж спостереження. Метастаз раку в печінці. Некроз пухлинної клітини у метастазі. x7300.

Рис. 17. Те ж спостереження. Метастаз раку в легені. Нейтрофільний лейкоцит з ознаками виразної фагоцитарної активності поряд із лізованою пухлинною клітиною. x10000.

Рис. 18. Активованій фібробласт та плазматична клітина по периферії метастазу раку шлунка в печінку. x6000.

Пухлинні клітини метастазів, що ростуть, утворюють комплекси, які часто не мають кровоносних судин, а електронно-мікроскопічно визначаються щілини (протоки), що утворюються пухлинними клітинами – псевдосудини, в яких знаходяться еритроцити та інші клітини крові. Змінена конфігурація еритроцитів уздовж стінок цих каналів, представлених пухлинними клітинами, є підтвердженням участі псевдосудин у транспорті крові та поживних речовин.

Передіснуючі судини в зоні розмноження пухлинних клітин, як правило, руйнуються, а водночас відбувається активний неоангіогенез. Особливістю ангіогенезу в зоні росту метастазу є те, що переважають новоутворені низькодиференційовані судини, які у функціональному відношенні є неповноцінними, бо в їх ендотелії має слабо виразне цитоплазматичне диференціювання.

Висновки. Таким чином, у первинній пухлині та в її метастазах електронно-мікроскопічно виявлено виразний клітинний поліморфізм. При цьому ступінь атипізму пухлинних клітин, а також їхня функціональна активність у дочірніх метастазах часом нерівнозначна. Це можна розцінювати як ознаку різноклоновості їх. У пухлинних клітинах метастатичних вузлів відзначається відносно менше, ніж у первинної пухлини міжклітинних

контактів, що є ознакою того, що у метастазах пухлинні клітини менш зрілі і схильні до міграції, тобто до метастазування, більшою мірою ніж у первинному пухлинному вузлі. У пухлинних клітинах метастазів відносно більше виразний поліморфізм ядер (з інвагінаціями та неправильним розподілом хроматину, часом відзначається збільшення кількості ядерців). Характер зміни пухлинних клітин у дочірніх метастазах неоднаковий, що є ознакою того, що вони є різноклоновими. У окремих метастазах клітинні імунні реакції виразні краще, ніж у первинної пухлини, і виявляються протипухлинної активністю лімфоцитів, і навіть активністю плазматичних клітин та інших лейкоцитів. Зростання метастатичного вузла супроводжується стимуляцією фібропластичних реакцій. У зоні зростання метастатичних клітин виразні ангіолітичні процеси, що виявляються деструкцією стінки судин при внутрішньосудинному зростанні метастазу і руйнуванням передсудин, що ростуть пухлинними клітинами, а також виразний ангіогенез. Судинне русло метастатичних вузлів представлене переважно новоствореними (низькодиференційованими) судинами, які у функціональному відношенні є неповноцінними, оскільки ендотелій має слабо виразні ознаки цитодиференціювання, іноді погано виразна базальна мембрана. Стінка таких судин високопроникна не тільки для елементів крові, але й для пухлинних клітин, що спричиняє розвиток метастазів. Поруч із судинами, кровопостачання метастатичних вузлів здійснюється і з так званим псевдосудинами, тобто. по щілинах між пухлинними клітинами. Очевидно, це є наслідком того, що новоутворені судини через свою функціональну неповноцінність не забезпечують нормальне харчування пухлинних клітин. Так як передіснуючі судини в зоні росту метастазу гинуть, стає зрозумілою роль можливого впливу на неоангіогенез для запобігання росту метастазів.

**ДЕГЕНЕРАЦІЯ МІЖХРЕБЦЕВИХ ДИСКІВ L5-L4, L5-S1 ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК
ЗІ СТРУКТУРОУТВОРЮВАЛЬНИМИ КОЛАГЕНАМИ ДРАГЛИСТОГО
ЯДРА COL2A1RS2276454, RS1793953, COL9A1RS1135056,
COL11A1RS1676486**

Ксензов Тимур Артурович
лікар-нейрохірург нейрохірургічного відділення КНП “ЗОКЛ” ЗОР,
м. Запоріжжя, Україна

Ключові слова: Поліморфізм генів, дегенерація міжхребцевого диска, пульпозне ядро, алелі, COL2A1rs2276454, rs1793953, COL9A1rs1135056, COL11A1rs1676486.

Вступ. Дослідження генетичних асоціацій із L5-S1 дегенерації міжхребцевого диска (ДМХД) свідчить про наявність зв'язку з COL2A1rs2276454, і варіант COL2A1rs2276454 може мати протективне значення для виникнення дегенеративних змін драглистого ядра (ДЯ) у чоловіків. Одним із пояснень може бути те, що заміна G на A в позиції chr12:g.47982508 призводить до заміни кодону гліцину GGC, який у мРНК ланцюга $\alpha 1$ кол II має частоту виявлення 29 % на переважний за частотою (47 %) кодон гліцину GGU. Відомо, що швидкість включення амінокислот у частіші кодони вища. Можливо, переваги для процесу трансляції важливі при репарації дегенеративних процесів. У дослідженнях інших авторів визначено кореляцію варіанта COL2A1rs2276454 із дегенеративним люмбальним сколіозом; з дегенерацією міжхребцевого диска; зі зміщенням диска скронево-нижньощелепного суглоба при скронево-нижньощелепному розладі.

Мета роботи – визначення зв'язку дегенеративних змін міжхребцевих дисків L5-S1 та L4-L5 з одонуклеотидними варіантами колагенів COL2A1rs2276454, COL2A1rs1793953, COL9A1rs1135056, COL11A1rs1676486 в етнічних українців.

Матеріали та методи. Обстежили 90 осіб групи випадок із дегенерацією

міжхребцевого диска L5-S1 та 50 осіб групи випадок із дегенерацією міжхребцевого диска L4-L5, а також 66 осіб групи контроль. Об'єкт дослідження – венозна кров пацієнтів із дегенеративними ураженнями міжхребцевих дисків і здорових донорів. Венозну кров отримали в результаті венопункції. Типування *COL2A1rs2276454*, *COL2A1rs1793953*, *COL9A1rs1135056*, *COL11A1rs1676486* здійснили, використовуючи набір Tag Man Universal PCR Master Mix (Applied Biosystems, США) та Tag Man SNP Genotyping Assays для визначення поліморфізмів (Applied Biosystems, США). Дослідження здійснили спеціалісти в галузі молекулярної біології та біохімії відділу нейробіохімії ДУ «Інститут нейрохірургії імені А. П. Ромоданова НАМН України» на приладі CFX96 (Bio-Rad, США).

Результати дослідження. Результати. *COL2A1rs2276454*, імовірно, має протективне значення для виникнення дегенерації міжхребцевого диска L5-S1 у чоловіків (ВШ (95 % ДІ): 0,27 (0,10–0,80), $\chi^2 = 6,02$, $p = 0,015$). Генотип C/T (*COL9A1rs1135056*) у 3,25 раза частіше виявляли в пацієнтів-чоловіків з дегенерацією міжхребцевого диска L5-S1 порівняно з жінками групи випадок (ВШ (95 % ДІ): 3,25 (1,20–8,84), $\chi^2 = 5,50$, $p = 0,02$). Генотип G/A (*COL11A1rs1676486*) у загальній групі пацієнтів з дегенерацією міжхребцевого диска L5-S1 виявляли в 5,46 раза частіше в пацієнтів-чоловіків (ВШ (95 % ДІ): 5,46 (1,60–18,47), $\chi^2 = 8,29$, $p = 0,004$), у 4,17 раза частіше реєстрували в чоловіків порівняно з групою жінок (ВШ (95 % ДІ): 4,17 (1,07–16,82), $\chi^2 = 4,17$, $p = 0,04$). Порівняння шансів виявити генотип G/G, G/A, AA у групі чоловіків з дегенерацією міжхребцевого диска L5-S1 показало статистично значуще (у 4,06 раза) переважання частоти генотипу G/A (ВШ (95 % ДІ): 4,06 (1,23–13,38), $\chi^2 = 4,17$, $p = 0,04$).

Найімовірніша модель спадковості для *COL11A1rs1676486* – домінантна (ВШ (95 % ДІ): 2,08 (1,03–4,21), $\chi^2 = 4,26$, $p = 0,04$). Асоціації *COL2A1rs2276454*, *rs1793953*, *COL9A1rs1135056*, *COL11A1rs1676486* структуроутворювальних колагенів драглистого ядра з дегенерацією міжхребцевих дисків L5-L4 не виявили.

Висновки. Алель А *COL2A1rs2276454*, імовірно, має протективне значення для виникнення L5-S1 ДМХД у чоловіків (ВШ (95 % ДІ): 0,27 (0,10-0,80), $\chi^2 = 6,02$, $p = 0,015$). Дослідження наявності *COL2A1rs1793953* у пацієнтів із L4-L5, L5-S1 ДМХД не показало статистично значущої асоціації з дегенеративним процесом. Алель Т *COL9A1rs1135056* асоціюється із L5-S1 ДМХД у чоловіків порівняно з групою жінок із L5-S1 ДМХД (ВШ (95 % ДІ): 3,25 (1,20–8,84), $\chi^2 = 5,50$, $p = 0,02$). Наявність алеля А *COL11A1rs1676486* асоціюється з L5-S1 ДМХД у пацієнтів-чоловіків (ВШ (95 % ДІ): 5,46 (1,60-18,47), $\chi^2 = 8,29$, $p = 0,004$) та порівняно з жінками (ВШ (95 % ДІ): 4,17 (1,07–16,82), $\chi^2 = 4,17$, $p = 0,04$). Тип спадковості *COL11A1rs1676486* – домінантний (ВШ (95 % ДІ): 2,08 (1,03–4,21), $\chi^2 = 10,06$, $p = 0,002$).

ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НА РАК ПЕРЕДМІХУРОВОЇ ЗАЛОЗИ СЕРЕД НАСЕЛЕННЯ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Цвігун Максим Борисович

Лікар хірург

Відділення загальної хірургії Хмельницької обласної лікарні

Вступ. Рак передміхурової залози належить до найбільш розповсюджених онкологічних захворювань серед чоловіків у світі. Його актуальність щороку зростає через стабільне підвищення рівня захворюваності. В Україні, зокрема в Хмельницькій області, спостерігається тривожна тенденція до збільшення кількості нових випадків, що свідчить про загострення епідеміологічної ситуації. Це зумовлює необхідність системного підходу до дослідження захворюваності, виявлення основних факторів ризику, а також впровадження ефективних програм ранньої діагностики, профілактики та сучасного лікування для покращення онкологічної допомоги чоловічому населенню регіону.

Мета та завдання. Встановити епідеміологічні особливості поширеності та виявлення раку передміхурової залози серед чоловічого населення Хмельницької області на основі аналізу показників захворюваності за 2020-2024 роки, з метою виявлення тенденцій до зростання, оцінки ефективності ранньої діагностики та визначення пріоритетних напрямів удосконалення регіональної онкологічної служби.

Матеріали та методи. У дослідженні використано статистичні дані Хмельницького обласного протипухлинного центру та Національного канцер-реєстру України щодо захворюваності на рак передміхурової залози серед чоловічого населення Хмельницької області за період 2020–2024 років. Проведено ретроспективний аналіз кількісних показників первинної захворюваності, структурних характеристик виявлених випадків, а також динаміки змін за п'ятирічний період.

Для досягнення поставленої мети застосовано методи медико-статистичного аналізу (включно з розрахунком питомої ваги, темпів приросту/зниження та середніх значень). Обробку даних здійснено із застосуванням табличного аналізу в середовищі Microsoft Excel.

Результати та обговорення. Згідно з даними за 2024 рік (таблиця 1), у Хмельницькій області було виявлено 382 нових випадки раку передміхурової залози. Це становить близько 13% від загальної кількості онкологічних захворювань серед чоловіків регіону [1-3].

Таблиця 1

Динаміка захворюваності на рак передміхурової залози у Хмельницькій області (2020–2024 рр.)

Рік	Випадки РПЗ	Захворюваність (на 100 тис. чол.)
2020	310	38,5
2021	328	40,2
2022	350	42,6
2023	370	44,1
2024	382	45,3

Відзначається стійка тенденція до зростання кількості нових випадків раку передміхурової залози, що є серйозним викликом для системи охорони здоров'я. Найбільш вагомими факторами ризику залишаються вік (особливо після 60 років), спадковість (наявність онкологічних захворювань у родичів), гормональні дисбаланси, а також нехтування регулярними профілактичними обстеженнями [4, 5]. Особливо загрозливою є ситуація, коли хвороба виявляється на пізніх клінічних стадіях – це часто зумовлено низьким рівнем інформованості населення щодо симптомів РПЗ та несвоєчасним зверненням за медичною допомогою. Важливо не лише забезпечити доступ до діагностичних засобів, а й посилити просвітницьку роботу серед чоловічого населення щодо важливості раннього виявлення [6].

Ситуацію ускладнює також недостатнє охоплення населення програмами скринінгу, що значно знижує шанси на виявлення патології на ранніх стадіях. У сільських районах області проблема поглиблюється через обмежений доступ до

урологів та сучасного діагностичного обладнання. Це призводить до того, що значна частина пацієнтів потрапляє до спеціаліста вже з розвиненою формою захворювання, коли терапевтичні можливості значно обмежені, а прогноз-менш сприятливий [7].

Варто зазначити, що своєчасне виявлення РПЗ можливе завдяки простим методам діагностики – зокрема, регулярному вимірюванню рівня ПСА (простатспецифічного антигену) в крові, а також проведенню пальцевого ректального обстеження.

Таким чином, для зниження захворюваності та смертності від РПЗ у Хмельницькій області необхідне впровадження комплексного підходу, який би включав не лише діагностичні та лікувальні заходи, а й інформаційно-просвітницькі кампанії, спрямовані на формування відповідального ставлення до власного здоров'я.

Висновки. У Хмельницькій області спостерігається чітка тенденція до зростання рівня захворюваності на рак передміхурової залози, що вимагає більш пильної уваги з боку медичної спільноти та органів охорони здоров'я. Одним із пріоритетних напрямів має стати посилення скринінгових програм, зокрема для чоловіків вікової групи 50+, які входять до групи підвищеного ризику. Регулярні обстеження, включаючи вимірювання рівня ПСА, повинні стати частиною стандартного медичного супроводу. Надзвичайно важливим залишається проведення цілеспрямованих інформаційно-просвітницьких кампаній, спрямованих на підвищення рівня обізнаності населення про перші симптоми захворювання, необхідність своєчасного звернення до уролога та важливість профілактичних оглядів навіть за відсутності скарг.

ЛІТЕРАТУРА.

1. Cancer in Ukraine, 2023-2024. Incidence, mortality, rates for activity of oncological service. Bulletin of the National Cancer Registry of Ukraine. Kyiv. 2023; 82p. http://www.ncru.inf.ua/publications/BULL_26/index_e.htm
2. Cancer in Ukraine, 2021-2022. Incidence, mortality, rates for activity of

oncological service. Bulletin of the National Cancer Registry of Ukraine. Kyiv. 2023; 82p. http://www.ncru.inf.ua/publications/BULL_24/index_e.htm

3. Cancer in Ukraine, 2020-2021. Incidence, mortality, rates for activity of oncological service. Bulletin of the National Cancer Registry of Ukraine. Kyiv. 2022; 89p. http://www.ncru.inf.ua/publications/BULL_23/index_e.htm

4. Bergengren, O., Pekala, K. R., Matsoukas, K., Fainberg, J., Mungovan, S. F., Bratt, O., Bray, F., Brawley, O., Luckenbaugh, A. N., Mucci, L., Morgan, T. M., & Carlsson, S. V. (2023). 2022 update on prostate cancer epidemiology and risk factors – a systematic review. *European Urology*. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2023.04.021>

5. Watts, E. L., Goldacre, R., Key, T. J., Allen, N. E., Travis, R. C., & Perez-Cornago, A. (2019). Hormone-related diseases and prostate cancer: An English national record linkage study. *International Journal of Cancer*, 147(3), 803–810. <https://doi.org/10.1002/ijc.32808>

6. Czerw, A., Deptała, A., Głowacka, M., Partyka, O., Pajewska, M., Czerw, N., Badowska-Kozakiewicz, A., Sygit, K., Kopczyński, Z., Czarnywojtek, P., Gąska, I., Kaczmarski, M., Banaś, T., Grochans, E., Grochans, S., Cybulska, A. M., Schneider-Matyka, D., Bandurska, E., Ciećko, W., ... Kozłowski, R. (2025). Prostate cancer – research advances in early detection. *Journal of Clinical Medicine*, 14(9), 3067. <https://doi.org/10.3390/jcm14093067>

7. Кононенко, О., Гаврилюк, О., Войленко, О., & Стаховський, О. (2022). Особливості ранньої діагностики раку передміхурової залози. *Clinical Oncology*, 47-48(3-4). <https://doi.org/10.32471/clinicaloncology.2663-466x.47-3.29105>

PHARMACEUTICAL SCIENCES

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF EXTRACTS FROM *CRATAEGUS SANGUINEA* PALL. AND *CRATAEGUS* *KYRTOSTYLA* AUCT.

Alizadeh Eltun

master

AMU, Department of Pharmacognosy,

Aliyeva Sabina

Ph.D., associate professor

AMU, Department of Pharmacognosy,

Suleymanova Tarana

Ph.D., associate professor

AMU, Department of Medical Microbiology and Immunology

Introductions.

The present study evaluates and compares the in vitro antimicrobial properties of ethanolic fruit extracts of two hawthorn species, *Crataegus sanguinea* Pall. (blood-red hawthorn) and *Crataegus kyrtostyla* Auct. (curved-style hawthorn), both native to Azerbaijan. Using the agar well-diffusion method, the extracts were tested against a panel of pathogenic microorganisms, including *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Candida albicans*. The *C. sanguinea* extract exhibited broader and stronger antimicrobial activity, particularly against *S. aureus* (14 ± 0.6 mm inhibition zone) and *C. albicans* (12 ± 0.4 mm), whereas the *C. kyrtostyla* extract showed weaker activity across the same panel. Neither extract was effective against *P. aeruginosa*.

These findings suggest that *C. sanguinea* possesses greater potential as a source of plant-derived antimicrobial agents. The global rise of antimicrobial resistance (AMR) has spurred the search for novel bioactive compounds from medicinal plants. The hawthorn genus (*Crataegus*, Rosaceae) is traditionally used for

its cardioprotective properties, yet its antimicrobial potential remains underexplored. *Crataegus sanguinea* and *Crataegus kirtostyla* are two hawthorn species endemic to the Caucasus region. Preliminary phytochemical reports indicate that these species contain diverse bioactive constituents, including flavonoids, phenolic acids, and tannins, which may impart antimicrobial effects. Despite their common ethnomedical use, a comparative assessment of their antimicrobial efficacy has not been performed.

Aim:

This study therefore aims to evaluate and compare the antimicrobial activities of ethanolic fruit extracts from these two species against selected bacterial and fungal pathogens.

Materials and Methods:

Crataegus kistotila (ovary-bent hawthorn) and *Crataegus sanguinea* (blood-red hawthorn) are widespread in the Guba district and Goygol region. Hawthorn trees bloom in May–June, and their fruits fully ripen in September–October. The fruit samples required for the study were collected during this ripening period, specifically in September–October, from healthy and undamaged individuals. The collected samples were botanically identified and voucher specimens were prepared for the herbarium.

Results and discussion:

For extraction, 70% and 100% ethanol were used as solvents. For each extraction, 10.00 g of dried fruit material was measured, and 100 ml of solvent was added (plant:solvent ratio 1:10). The extraction was carried out in dark-colored, tightly sealed glass flasks. The flasks were kept at room temperature, away from sunlight, for a duration of 7 days. During this period, the flasks were shaken regularly every day to ensure maximum interaction between the solvent and the plant material. After the 7-day cold maceration process, the solutions were first filtered through gauze and then through folded filter paper to separate the plant residues. The crude ethanol extract obtained from each sample was stored in dark glass containers at +4 °C until use.

To study the antibacterial and antifungal activity of the substances, the disk

diffusion method was used. According to standard practice, the following were selected as test cultures: gram-positive bacteria such as *Staphylococcus aureus* and MRSA (methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*), gram-negative bacteria such as *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*, yeast-like fungi such as *Candida albicans*, gram-positive spore-forming bacilli such as *Bacillus anthracoides*, and encapsulated bacteria such as *Klebsiella pneumoniae*. In the disk diffusion method, a suspension was prepared from the 24-hour microbial culture at a turbidity equivalent to 0.5 McFarland standard.

Then, separate Petri dishes containing nutrient media – meat-peptone agar (MPA) and Sabouraud agar – were inoculated with the respective microbial suspensions. Sterile disks, soaked with the tested substances 3–5 days prior, were placed onto the surface of the inoculated media. The plates with MPA were incubated at 37°C, and those with Sabouraud agar at 28°C. After 24–48 hours, the results were recorded.

The conducted research revealed that **Substance 1** showed moderate activity against the test cultures *E. coli* (16 mm), *C. albicans* (12 mm), MRSA (9 mm), and *S. aureus* (7 mm), and showed no effect on the other cultures.

Substance 2 exhibited stronger antimicrobial activity, with the highest effect against *E. coli* (25 mm). It showed moderate activity against *C. albicans* and MRSA (15 mm), and *S. aureus* (13 mm), while no activity was observed against the other cultures.

Substances 3 and 4 showed weak activity only against *S. aureus* (5 mm) and did not affect the other cultures. In the next stage, the antimicrobial properties of the extracts were studied using the serial dilution method. For each microbial culture, 4 sterile test tubes were used. 1 ml of the tested substance was added to tubes 1 and 2. Then, 1 ml from tube 2 was transferred to tube 3, and 1 ml from tube 3 to tube 4. Finally, 1 ml was discarded from tube 4. As a result, the substances in the test tubes were diluted to concentrations of native (1), 1:2 (2), 1:4 (3), and 1:8 (4). One drop of microbial suspension was added to each tube. After 10, 20, 40, and 60 minutes of exposure, cultivation from each tube was performed on the surface of nutrient media

in Petri dishes. The fungal cultures were incubated in a thermostat at 28°C for 48 hours, and bacterial cultures at 37°C for 24 hours, after which the results were evaluated.

Conclusion: As a result of the conducted research, it was determined that among the tested substances, **Substance 1** and **Substance 2** exhibited antimicrobial activity. Among the control substances, 100% ethanol showed strong antifungal and moderate antibacterial activity.

TECHNICAL SCIENCES

UDC 004.832.23

ANALYSIS OF SOFTWARE SYSTEMS FOR MANAGING A FAST FOOD CHAIN

Nazarov Oleksii,

Associate Professor of the Department
of Software Engineering, PhD,
Associate Professor,

Nazarova Natalija,

Senior Lecturer Department of Higher Mathematics,

Moskovchenko Yevgeny,

Student at the Department
of Software Engineering,

Kharkiv National University of Radio Electronics Kharkiv, Ukraine

Introductions. The food service industry, particularly the fast food sector, is characterized by intense competition, high dynamics, and a constant pursuit of operational excellence. The success and profitability of establishments depend on the efficiency of business processes, consistency of product quality, and speed of service. However, many chains still rely on outdated, manual methods for managing personnel and monitoring storage conditions.

This leads to problems such as inefficient scheduling, high staff turnover, and risks of product spoilage due to noncompliance with temperature conditions. Ultimately, these issues result in financial and reputational losses.

These issues create a demand for an affordable, integrated tool that can automate routine processes and provide management with objective data for decision-making purposes. The absence of a system combining human resources management with Internet of Things (IoT)-based monitoring creates a significant market opportunity.

Aim. The relevance of this work lies in developing a software system that meets the modern requirements for automating and digitally transforming the catering business. Combining web technologies and IoT solutions enables us to create a platform that increases efficiency, reduces risks, and improves working conditions.

The goal is to develop a web-based system called StaffFlow that combines a human resources management module with an IoT module for climate condition monitoring to automate key operational processes in a fast food chain.

To achieve this goal, the following tasks must be completed: 1) Analyze the subject area and identify the main problems of personnel management and monitoring in public catering establishments. 2) Design software architecture based on pure architecture principles to ensure modularity, scalability, and ease of support. 3) Backend based on ASP.NET Core, which implements the REST API for interaction with clients. 4) Frontend as a single-page application (SPA) on Vue.js, which provides a user-friendly interface for administrators and employees. 5) Develop and emulate an IoT client based on ESP32 to collect and transmit temperature and humidity data. 6) Ensure the containerization of all system components using Docker and Docker Compose to simplify deployment and ensure independent operation. 7) Implement key functions, including user and role management, work schedule management, change request processing, IoT data monitoring, report generation, and backup.

The subject of the study is the process of automating the management of operational activities in a fast food chain, also is architectural solutions and software tools for creating an integrated system of personnel management and IoT monitoring.

Materials and methods. This research focuses on the management of operational processes in food service chains, particularly in the fast food industry. This industry is characterized by intense workloads, high staff turnover rates, and strict product quality and safety requirements.

The efficiency of such establishments depends on three key aspects: human resources management, product quality control, and process optimization. Human resource management in fast food is challenging due to the dynamic workload, shift

work, and high staff turnover. Traditional planning methods, such as Excel spreadsheets or paper schedules, are inefficient and error-prone. They also lack flexibility. Managers spend a lot of time manually creating schedules and taking employee requests into account, such as vacation, sick leave, and shift changes. The absence of a centralized system can lead to misunderstandings, inaccurate timekeeping, and reduced staff motivation and satisfaction.

Food quality and safety are the highest priorities for any catering establishment. Storage of ingredients requires strict adherence to temperature and humidity levels. Manual control of these parameters is unreliable and does not allow for continuous monitoring or a quick response to critical deviations, such as malfunctioning refrigeration equipment.

This creates a significant risk of product spoilage, financial loss, and threats to consumer health. Effective communication between management and employees is essential for coordinated work. However, in many establishments, communication is decentralized through messengers or verbal agreements, which leads to important information being lost, especially regarding requests for schedule changes.

Technological advancements provide an opportunity to solve these problems by creating a single integrated system. Such a system could automate scheduling, continuously monitor storage conditions with sensors, and provide communication and administrative tools. The lack of affordable, integrated solutions that combine personnel management and IoT monitoring creates a market niche and justifies the development of the StaffFlow software system. After analyzing the industry, we identified several key issues that negatively affect the efficiency, profitability, and quality of service of fast food chains.

The StaffFlow system is designed to comprehensively solve these problems. The main problems are: 1) Managers spend a lot of time creating schedules and processing vacation, sick leave, and shift requests. This leads to errors and suboptimal resource allocation. 2) Employees don't have convenient, timely access to their up-to-date schedules. 3) Periodic manual checks of temperature and humidity cannot prevent product spoilage in the event of sudden equipment failure, especially

outside of business hours. This results in direct financial losses and risks to consumer safety. 4) Requests for schedule changes communicated verbally or through personal messages are often lost. Employees cannot see the status of their requests, and management does not have a complete picture of staff workload and shift history. 5) The absence of a centralized system makes it impossible to collect and analyze data on hours worked, reasons for staff absences, and the efficiency with which working time is used. This prevents informed management decisions.

To address these issues, we propose creating a centralized, web-based system called StaffFlow that combines HR management tools and IoT monitoring. The main functional blocks that solve the identified problems include: 1) The system provides an interactive calendar for creating and editing schedules. Employees can view their schedules via a web interface or mobile app and submit change requests electronically. Managers can process these requests in one place. 2) The introduction of ESP32-based Internet of Things (IoT) devices equipped with temperature and humidity sensors ensures continuous data collection in key storage areas. The system automatically analyzes the data and sends instant notifications to responsible personnel in the event of abnormal readings, enabling a quick response and loss prevention. 3) The admin panel serves as a central location for managing users and roles, processing requests, and viewing system status. It provides an official channel for interaction. 4) The system automatically collects data on hours worked, vacation, sick leave, and sensor readings. This gives management tools to analyze efficiency and optimize the facility's operations.

Thus, the StaffFlow system under development offers a comprehensive solution to the identified problems by automating routine tasks, increasing control reliability, and providing effective management tools. To determine the StaffFlow system's competitive advantages and unique value, we analyzed existing platforms that partially solve similar problems in catering management. Although many POS systems are available, we focused on those offering HR management functions that can be extended for IoT monitoring.

The first platform under consideration is Square for Restaurants. It is a robust

point-of-sale (POS) system designed to support all aspects of restaurant operations, from order taking to payment processing. The system includes basic personnel management tools, such as time tracking and payroll.

Advantages include deep integration with payments, marketing, online ordering, and other Square systems; an intuitive interface for staff; and transparent pricing. Disadvantages: The system lacks built-in capabilities for climate monitoring using sensors, and the personnel management functionality is basic, failing to address complex scheduling needs and processing change requests.

The second platform is Toast POS, a leader in the restaurant technology market. Toast offers an all-in-one solution that includes a POS system, order management, a loyalty program, and HR management tools. Advantages: It provides detailed reports on sales and performance and easily integrates with various delivery services. Disadvantages: Like Square, Toast does not offer automated monitoring of storage conditions via the Internet of Things. Its focus on the sales process limits the ability to manage other aspects of the business in depth, such as detailed staff scheduling.

Revel Systems is the third platform, known for its flexibility and extensive functionality, including order management, inventory management, personnel management, and analytics. Advantages include ample opportunities to customize the system to meet specific business needs and advanced tools for tracking balances. Disadvantages:

The high level of flexibility can make the initial setup difficult and may require technical support. It may also be a more expensive option, which is a disadvantage for small and medium-sized establishments with limited budgets. It does not have integrated climate monitoring solutions.

Results and discussion. To provide an objective assessment, a table was created that compares the proposed StaffFlow system with similar systems according to key criteria. The evaluation was carried out on a scale from 0 to 3, where 0 is no functionality, 1 is basic implementation, 2 is good implementation, and 3 is complete and convenient implementation.

Table 1**Evaluation of Analogues by Criteria**

Criteria	Square for Restaurants	Toast POS	Revel Systems
Schedule and Staff Management	1	1	2
IoT monitoring of conditions	0	0	0
Payment and POS order processing	3	3	3
Interface for administration	2	2	2
Mobile access for staff	1	2	2

The main conclusion is that, while the existing platforms are powerful POS systems, they do not comprehensively solve the problem of operational management by combining in-depth personnel management with automated storage condition monitoring. The StaffFlow system addresses this niche by offering a solution that complements existing POS systems, thereby increasing the efficiency and safety of fast food outlets. An analysis of industry and existing solutions revealed a significant need for an integrated system that automates key operational processes in fast food chains, including personnel management and monitoring of storage conditions.

Existing platforms mainly focus on POS system functionality, leaving this niche untapped. Thus, the main objective of this course project is to develop and implement a comprehensive, web-based platform that combines personnel management tools and climate monitoring using IoT technologies. The goal is to create an environment in which facility managers can effectively manage work schedules and ensure proper storage conditions for products automatically. To achieve this, several specific technical and functional tasks must be completed. First, design and implement a reliable server that will serve as the core of the entire system. This component will manage users and their roles, process requests for schedule changes, and collect and analyze telemetry from IoT devices.

The implementation will use a modern technology stack: the C# programming language on the .NET 8 platform with the ASP.NET Core framework [1] to create a RESTful API. Data will be stored in a PostgreSQL relational database [2] and interacted with through the Entity Framework Core ORM [3]. Next, develop and

emulate the client side of the Internet of Things. This module, which is based on ESP32, will collect temperature and humidity data and send it to the server API via HTTP requests. Third, an interactive web client should be created to serve as the main tool for managers. It should provide a user-friendly interface for managing users, reviewing and approving requests, and visualizing data from IoT sensors in the form of graphs and informative maps. The Vue.js 3 framework [4] with TypeScript [5] will be used to create a dynamic, scalable, single-page application to implement it. The Pinia library will manage state [6], and Chart.js will visualize data [7]. Finally, the entire system should be containerized using Docker and Docker Compose [8]. This will provide an isolated and stable working environment for each component, simplify the deployment process, and ensure the system is portable and scalable. The final product will be a working prototype of a web-based system demonstrating the full interaction cycle: collecting data from an IoT device, processing it on the server, and visualizing it on the client web interface. The prototype will also include authentication, management, and administration functions.

Conclusions. As part of this project, we successfully developed and implemented the StaffFlow software system, which is designed to automate personnel management and monitor conditions in a network of public catering establishments.

The goal of creating a workable prototype of an integrated web platform combining the backend, frontend, and IoT modules was fully achieved. The main functional requirements, such as user and role management, the full work cycle with schedules, and monitoring temperature and humidity indicators from IoT sensors, as well as database backup functionality, have been successfully implemented and tested. The system provides user authentication against the database using password hashing and implements role-based access rights. An assessment of the quality of the work confirms the feasibility of the chosen architectural solutions. Using a multi-layered architecture with Repository and Service patterns, as well as the principles of object-oriented programming (OOP) and asynchronous programming, ensured the backend's ease of maintenance and scalability. Using Docker made it possible to create an isolated, reproducible, and deployable environment for all system

components. The implemented front end provides a clear, dynamic user interface. Interacting with the IoT simulator and displaying it on the dashboard ensures the collection and visualization of telemetry in real time. Despite these achievements, there are ways to further improve the software project. These include implementing advanced analytics to predict or detect anomalies in sensor data, implementing two-factor authentication to improve security, and expanding the mobile client's functionality. These areas represent potential for future project development.

LITERATURE:

1. NET 8 та ASP.NET Core Documentation. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/>
2. PostgreSQL 16 Documentation. URL: <https://www.postgresql.org/docs/16/>
3. Entity Framework Core Documentation. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/ef/core/>
4. Vue.js 3 Guide. URL: <https://vuejs.org/guide/introduction.html>
5. TypeScript Documentation. URL: <https://www.typescriptlang.org/docs/>
6. Pinia Documentation. URL: <https://pinia.vuejs.org/>
7. Chart.js Documentation. URL: <https://www.chartjs.org/docs/latest/>
8. Docker Documentation. URL: <https://docs.docker.com/>

ANALYSIS OF SOFTWARE SYSTEMS FOR THE SECURE STORAGE OF USER DATA

Nazarov Oleksii,

Associate Professor of the Department of Software Engineering,
PhD, Associate Professor,

Nazarova Natalija,

Senior Lecturer Department of Higher Mathematics,

Nikitenko Nikita,

Student at the Department of Software Engineering,
Kharkiv National University of Radio Electronics Kharkiv, Ukraine

Introductions. In today's digital world, the number of online services that require registration is constantly growing. This makes managing credentials an increasingly acute problem. The average user has dozens of accounts, leading to the need to create, memorize, and securely store many passwords. Using the same password for different services or using simple, easy-to-guess combinations are common but extremely dangerous practices that pose significant digital security risks. A data breach on one platform can compromise user accounts on many other platforms.

Password managers were developed to solve this problem. These specialized software products are designed for centralized, secure storage of credentials. These tools allow users to generate cryptographically strong, unique passwords for each service and store them in an encrypted digital vault. Access to the vault is protected by a single master password. The relevance of this topic is driven by the growing need for reliable, convenient, and transparent tools to ensure personal digital security. Unlike many commercial products that operate using a "black box" model, developing your own password manager enables you to thoroughly research and implement modern cryptography principles and secure system architecture. This allows you to create a solution that is fully controlled by the user.

Aim. This work aims to develop the "MyPassword Box" client-server web

application, which provides users with a secure, reliable, and functional environment for storing, organizing, and generating passwords. The work primarily focuses on implementing a robust encryption model to prevent third-party access and creating a flexible structure to easily manage many records. To achieve this goal, the following tasks must be completed: 1) Analyze the subject area and study existing solutions and their security models. 2) Justify the choice of technology stack for implementing the client and server parts. 3) Design the system architecture, database schema, and RESTful API. 4) Implement the following key algorithms: user registration, authentication, key generation, and the encryption and decryption of data. 5) Develop an intuitive user interface. 6) Test the developed application to ensure its functionality and security.

Materials and methods. There are many password managers on the market that can be classified by several criteria, including data storage model, functionality, and target platform.

1. Cloud-Based Password Managers: This is the most popular type of solution, in which encrypted user data is stored on the development company's servers.

Examples include: LastPass, 1Password, Dashlane, and NordPass.

Advantages: convenience (automatic data synchronization between all devices); advanced functionality (organization of records by folders and tags; secure notes; storage of bank card data; automatic form filling; password security audit; dark web data leak monitoring).

Disadvantages: dependence on a third-party service (users entrust their data to a third party); centralization risks (company servers are an attractive target for hackers; even though the data is stored in an encrypted form, a successful attack on the infrastructure can have serious consequences).

2. Self-hosted/local-first password managers: The data is stored directly on the user's device or their own server.

Examples: KeePass (local), Bitwarden (self-hosted), and Passbolt (for teams).

Advantages: full control over data (users can decide where and how to store their encrypted data); high level of privacy (no data is transferred to third-party

servers).

Disadvantages: difficult to set up and maintain (it requires technical knowledge to deploy and maintain your own server); responsibility for security (users are solely responsible for setting up server security, backups, and disaster recovery).

Results and discussion. After analyzing existing approaches, we decided to develop a system that combines the convenience of cloud access with a reliable encryption model that minimizes trust in the server ("zero-knowledge" approach).

A key requirement was implementing not only storage but also flexible, hierarchical data structuring (folders), a standard for leading commercial products.

To better understand the market and identify key features for our own project, we will conduct a comparative analysis of popular password managers.

Table 1

Comparative Analysis of Password Managers

Criterion	1Password	LastPass	Bitwarden	KeePass
Storage model	Cloud	Cloud	Cloud / Self-hosted	Local file
Security model	Master password + Secret Key	Master password	Master password	Master password + Key File
Synchronization	Paid	Limited in the free version	Free	Manual (through cloud disks)
Platforms	Windows, macOS, Linux, iOS, Android, Web	Windows, macOS, Linux, iOS, Android, Web	Windows, macOS, Linux, iOS, Android, Web	Windows (officially), ports
Open source	No (customers partially)	No	Yes	Yes
Additional features	Travel Mode, Security Watchtower	Password audit, emergency access	Opportunity Self-hosting	Extensions through plugins

The analysis shows that a security model using both a master password and an additional secret key, like 1Password, provides an extra layer of protection. This approach makes brute-force attacks more difficult, even if the master password hash is compromised. This enhanced model was used as the basis for the MyPassword Box project. The following technology stack was chosen to implement the MyPassword Box project, each component of which has its own advantages for solving the

assigned tasks:

- Backend: Node.js and Express.js.

- Node.js is an asynchronous JavaScript runtime built on the V8 engine [1]. Its non-blocking input/output (I/O) model is ideal for web applications that handle many concurrent connections, which is typical for APIs.

- Express.js is a minimalist and flexible web framework for Node.js [2]. It provides a robust set of tools for building RESTful APIs, including routing, middleware for processing requests, and integration with various templating engines.

- Frontend: HTML5, CSS3, and JavaScript (Vanilla JS).

- The choice to use native JavaScript instead of large frameworks was intentional [7]. This allows you to create lightweight, fast client applications; reduce the number of dependencies; and gain a deeper understanding of the fundamental principles of web applications, which is important for an educational project.

- Database: PostgreSQL.

- PostgreSQL is a powerful, open-source object-relational database management system [3]. It is known for its reliability, SQL compliance, and wide range of features. It's ideal for storing structured data and supports complex queries and transactions, which are critical to ensuring the integrity of user data. Support for data types such as JSONB enables flexible expansion of your data model in the future.

- Security and authentication tools:

- Bcrypt: An adaptive cryptographic function for password hashing [5]. Bcrypt is intentionally slow, making brute-force attacks much more costly. It automatically generates a salt for each hash, which protects against rainbow table attacks.

- Crypto (built-in Node.js module): Used to implement cryptographic operations [6]. It is used to generate a cryptographically strong, unique secret key (crypto.randomBytes) and to encrypt symmetric data using the AES-256-GCM algorithm. GCM (Galois/Counter Mode) was chosen because it ensures the

confidentiality and authenticity of the data.

➤ **JSON Web Token (JWT):** A standard for creating access tokens that are used to securely transfer information between parties [4]. In this project, JWT is used to implement stateless authentication. After a successful login, the server issues a signed token to the client. The client then sends this token with each subsequent request to secure API resources. This allows the server to verify the user's identity without storing session information.

The MyPassword Box system is built on classic three-tier client-server architecture, which ensures clear division of responsibility between components. Interaction between the client and server is based on the HTTP/S protocol. Using HTTPS is mandatory to protect data during transmission.

Conclusions. During this project, we successfully developed the software system "MyPassword Box", a secure and functional web application for password management. The following key tasks were completed during the development process:

1. An in-depth analysis of the subject area was conducted, including a study of the classification of existing password managers and a comparative analysis of competitors. This allowed us to identify best practices and formulate requirements for our own system.

2. We substantiated our choice of a technology stack (Node.js, Express, PostgreSQL, and JS), which provided the necessary performance, security, and flexibility for the project.

3. We designed a scalable client-server architecture and a normalized database structure, which laid a solid foundation for further system development.

4. We have implemented an innovative two-factor security model based on a combination of a master password and a unique secret key. This zero-knowledge approach significantly increases the system's resistance to attacks because the server never stores credentials in plain text.

5. We have developed a secure RESTful API with JSON Web Token (JWT) authentication, which enables secure, stateless interaction between the client

and server.

6. We developed an intuitive and functional user interface that allows you to conveniently organize, store, and generate credentials.

7. We formed and implemented a comprehensive testing strategy, including unit, integration, and basic security testing. This ensured the reliability and correctness of the application.

The developed application demonstrates an integrated approach to designing secure web systems and is a fully functional prototype.

LITERATURE:

1. Node.js v18.12.1 Documentation. URL: <https://nodejs.org/dist/latest-v18.x/docs/api/>
2. Express - Node.js web application framework. URL: <https://expressjs.com/>
3. PostgreSQL: Documentation. URL: <https://www.postgresql.org/docs/>
4. JSON Web Tokens - jwt.io. URL: <https://jwt.io/>
5. NPM: bcrypt - A library to help you hash passwords. URL: <https://www.npmjs.com/package/bcrypt>
6. Crypto API | Node.js Documentation. URL: <https://nodejs.org/api/crypto.html>
7. Flanagan D. JavaScript: The Definitive Guide, 7th Edition. – O'Reilly Media, 2020. – 704 c.

СТАНДАРТИЗАЦІЯ ЕРГОДИЗАЙНЕРСЬКИХ ПОКАЗНИКІВ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Rubtsov Anatolii Lvovych,

senior research fellow,

Ukrainian Research Institute of Design and Ergonomics

Mykolalets Dmytro Anatoliiovych,

Ph.D., Associate Professor,

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Svirko Volodymyr Oleksandrovych,

PhD in Psychology,

Ukrainian Research Institute of Design and Ergonomics

Kyiv, Ukraine

Introduction. The intensification of work on the regulatory support of the ergodesign of unmanned aircraft systems (UAS), which is observed in modern world practice, indicates an increase in the effectiveness of this direction of standardization as a form of regulation of this activity in the spheres of production and technical, social and other relations related, primarily, to the "human factor".

Aim. The process of ergodesign support for the creation and operation of such complex systems as UAS should be based on the results of evaluating each of its stages according to clearly defined and standardized criteria, indicators, and requirements. Such criteria should represent, first of all, the efficiency of operators' activities, their health status, and the level of comfort in performing tasks. Therefore, the implementation of the ergodesign methodology in aviation design should be based primarily on developed regulations, i.e. standards. In this case, the operator should be considered as an integral part, a determining factor of UAS in a specific working environment.

Results and discussion. It should be noted that UAS is not a mass-produced product. Therefore, ergodesign analysis (expertise) of prototypes is of utmost importance as the main measure for implementing their design. At the same time, if it is impossible to use strict mathematical methods, it is advisable to rely on the judgment of experts.

Compliance with ergonomic design requirements is determined by the UAS indicators determined in studies [1, 2, 3] and standardized standards [4-8]. According to these standards, the typical nomenclature of ergodesign quality indicators includes the following groups: aesthetic, ergonomic, socio-cultural, functional, operational, design-marketing, and design-ecological. In turn, groups of indicators are divided into several subgroups consisting of complex indicators. At the same time, in the case of determining a generalized (complex) quality indicator of UAS, it is necessary to determine generalized quality indicators of each of the components of the complex.

To obtain an assessment by a complex indicator of a group – a criterion (for example, ergonomic) [15], it is necessary to combine individual ergonomic indicators by converting the scales of measurement of individual indicators into a common scale of a complex ergonomic criterion for them. The numerical value of the complex ergonomic criterion will express the maximum achievable ergonomic quality level for a given type of UAS, and ergonomic indicators corresponding to this criterion can be considered optimal.

The assessment of the aesthetic level of UAS quality [17] is subjective in nature, as it is associated with the assessment of quantitatively immeasurable indicators. During its conduct, experts are primarily guided by their professional, aesthetic taste. At the same time, the central problem of forming evaluation criteria in this case is the problem of the aesthetic ideal.

The aesthetic level of quality is also determined based on a typical nomenclature of indicators, which consists of four hierarchical levels, namely: group aesthetic quality indicator, complex quality indicators of the 1st and 2nd levels, and single aesthetic quality indicators.

The assessment of functional quality indicators of UAS and their components is carried out in accordance with the requirements of DSTU 7896 [11] developed by the authors in order to determine the conformity of the product to its intended purpose. It is advisable to evaluate the functional quality indicators of UAS primarily during the development of technical documentation and a prototype.

The extensive nomenclature of functional quality indicators of the UAS also

contains a set of complex and single indicators that characterize the functional quality of all types of products in this group. Such a nomenclature is built in the form of a hierarchical structure in accordance with the requirements of DSTU 4055 [10], as well as the typical nomenclature given in DSTU 7896.

The operational quality level of UAS is also determined based on the typical nomenclature of indicators according to DSTU 7274 [9] and DSTU 4055 [10].

Assessment of socio-cultural, design-marketing, and design-ecological quality levels is carried out using procedures similar to those outlined above. However, the following should be considered. It has been proven [1, 2, 3, 12] that ergonomic design requirements and indicators are mandatory for consideration in design activities when creating UAS, and their normalization in the form of ergonomic design standards leads to a significant increase in design efficiency, optimizes the generation of ergonomic design ideas and developments.

At the end of the abstracts, we will very briefly describe the state standards of Ukraine developed by the authors in recent years, which regulate the creation and conditions of operation of UAS.

DSTU 7895 “Design and ergonomics. Rules for assessing the ergonomic quality level of industrial products” [15]. Establishes rules for assessing the ergonomic quality level of products for industrial and technical purposes. This standard supplements the requirements of DSTU 7247 regarding the specifics of ergonomic assessment and its procedure.

DSTU 7896 “Design and ergonomics. Rules for assessing the functional level of quality of industrial products” [16]. Defines the rules for assessing the functional level of quality of machines and devices. This standard also supplements the requirements of DSTU 7247 regarding the specifics of functional evaluation and its procedures and applies to products of industrial and technical purpose - that is, UAS.

DSTU 7298 “Design and ergonomics. Rules for assessing the aesthetic level of quality of industrial products” [17]. Establishes the basic provisions and rules for assessing the aesthetic level of quality of UAS by an expert group.

DSTU 7950 “Design and ergonomics. Workplace when performing standing

work. General ergonomic requirements” [18]. Contains general ergonomic requirements for workplaces when performing work in a standing position, which must be taken into account during ground control stations of UAS.

DSTU 7299 “Design and ergonomics. Operator's workplace. Mutual arrangement of workplace elements. General ergonomic requirements” [19]. This standard establishes general ergonomic design requirements for the mutual arrangement of workplace elements: control panel, information display devices, controls, seating, and auxiliary equipment.

DSTU 8603 "Design and ergonomics. Rules for assessing the quality level of automated workplaces" [4]. The standard establishes rules for assessing the ergodesign quality level of automated workplaces, and also defines a detailed nomenclature of ergodesign indicators of their quality. It supplements the provisions of DSTU 7247, DSTU 7298, and DSTU 7895 regarding evaluation rules, as well as the nomenclature of ergodesign quality indicators.

DSTU 8604 “Design and ergonomics. Workplace for performing work in a sitting position. General ergonomic requirements” [20] establishes general ergonomic design requirements for workplaces for performing work in a sitting position.

DSTU 8957 “Design and ergonomics. Unmanned aerial vehicle complexes. Nomenclature of quality indicators” [5] contains a detailed nomenclature of ergodesign quality indicators of the main components of unmanned aerial vehicle complexes.

DSTU 8958 “Design and ergonomics. Workplaces of remote pilots of unmanned aircraft. Nomenclature of quality indicators” [6] establishes a detailed nomenclature of ergodesign quality indicators of workplaces of remote pilots of unmanned aircraft. This nomenclature applies to workplaces of stationary (located in a separate room) and mobile (mounted, for example, on a vehicle) UAS ground control stations, but does not apply to manual and portable ground control stations.

DSTU 9067 “Design and ergonomics. Unmanned aircraft complexes. Rules for assessing the quality level” [7] establishes the rules for assessing the ergodesign quality level of unmanned aircraft complexes and the rules for assessing the

ergonomic design quality level of their components, the rules for calculating the overall quality level and the rules for determining the values of group (ergonomic, aesthetic, functional, operational, design-marketing and design-ecological) quality indicators of unmanned systems.

DSTU 9322 “Ergodesign. Unmanned aviation systems. Ergodesign quality indicators” [8] defines a system of ergodesign indicators used during ergodesign construction and quality assessment of such unmanned aviation systems as unmanned aviation complex and FPV complex. The requirements of this standard apply to those components that may affect the airworthiness of the UAS and whose design is influenced by human factors.

DSTU 9321 “Ergodesign. Unmanned aviation systems. Rules for designing methods for determining conformity” [21] contains requirements for the rules for designing methods for determining conformity used during ergodesign quality assessment (ergodesign certification) of such unmanned aviation systems as unmanned aviation complexes and FPV complexes.

Conclusions. This publication analyzes only the main domestic and harmonized international ergodesign standards developed by the authors. UAS practitioners need to diligently study the regulatory framework that regulates their field of activity, which is constantly evolving and improving.

The standardization of ergodesign activities in the field of ALS is being carried out at a rapid pace and covers all its types. The requirements for ergodesign support for developments and projects are constantly growing and must comply with international and European standards. This is a proven and irrefutable fact. Moreover, it should also be taken into account that the level of requirements of international standards in world practice is generally used as a baseline, and national standards of developed countries, as a rule, contain requirements above the baseline level.

REFERENCES

1. Aviation systems: ergodesign support for design and operation / Monographic publication / V. Druzhynin, I. Ostroumov, A. Rubtsov, V. Svirko,

T. Udartseva – Kyiv: NAU, 2021. – 200 p.

2. Methodology for ergodesign evaluation of unmanned aerial vehicle complexes / Monographic publication / A.L.Rubtsov, V.O. Svirko, M.P. Matiichyk, V.P. Kharchenko, T.F. Shmelova – Kyiv: NAU, 2021. – 219 p.

3. Creating unmanned aircraft systems: human factor requirements / Monographic publication / A.L.Rubtsov, I.V. Ostroumov, D.A. Mykolaiets, V.O. Svirko, – Kyiv: NAU, 2024. – 310 p.

4. DSTU 8603 "Design and ergonomics. Rules for assessing the quality level of automated workplaces".

5. DSTU 8957 "Design and ergonomics. Unmanned aerial vehicle complexes. Nomenclature of quality indicators".

6. DSTU 8958 "Design and ergonomics. Workplaces of remote pilots of unmanned aircraft. Nomenclature of quality indicators".

7. DSTU 9067 "Design and ergonomics. Unmanned aircraft complexes. Rules for assessing the quality level".

8. DSTU 9322 "Ergodesign. Unmanned aviation systems. Ergodesign quality indicators".

9. DSTU 7247 "Design and ergonomics. Expertise of quality of industrial products. The main provisions".

10. DSTU 4055 "Design and ergonomics. Nomenclature of design and ergonomic quality indicators of products for industrial and technical purposes".

11. DSTU 7896 "Design and ergonomics. Rules for assessing the functional level of quality of industrial products".

12. Modern unmanned aircraft systems. Ergodesign aspects of design / Monographic publication / A.Rubtsov, V.Svirko, I.Ostroumov, T.Shmelova – Kyiv:NAU, 2024 – 198 p.

13. DSTU ISO 7250 "Basic dimensions of the human body applicable to engineering design" (ISO 7250:1996, IDT).

14. DSTU EN 894-4 "Safety of machinery. Ergonomic requirements for the design of indicators and controls. Part 4. Location and arrangement of indicators and

controls".

15. DSTU 7895 "Design and ergonomics. Rules for assessing the ergonomic quality level of industrial products".

16. DSTU 7896 "Design and ergonomics. Rules for assessing the functional level of quality of industrial products".

17. DSTU 7298 "Design and ergonomics. Rules for assessing the aesthetic level of quality of industrial products".

18. DSTU 7950 "Design and ergonomics. Workplace when performing standing work. General ergonomic requirements".

19. DSTU 7299 "Design and ergonomics. Operator's workplace. Mutual arrangement of workplace elements. General ergonomic requirements".

20. DSTU 8604 "Design and ergonomics. Workplace for performing work in a sitting position. General ergonomic requirements".

21. DSTU 9321 "Ergodesign. Unmanned aviation systems. Rules for designing methods for determining conformity".

REFLECTION AND TRANSMISION OF WAVES THROUGH PERMEABLE BREAKWATER

Voskoboinick Volodymyr,

Dr Sci., Associate Professor

Institute of Hydromechanics NAS Ukraine

Trudenko Denys,

PhD Student

National Transport University

Voskobiinyk Yuliia,

Student

Taras Shevchenko National University of Kyiv

Voskoboinik Sofiia,

Student of the 11b class

Specialized school No. 304 with

in-depth study of information technologies

Kyiv, Ukraine

Abstract: Laboratory experimental studies were conducted to study the interaction of gravity waves with models of permeable breakwaters, which are formed by piles of circular cross-section. Experiments were conducted in a wave channel, where waves of different height, period and wavelength were generated. Visual studies using video and photo equipment and instrumental studies using piezoresistive wave height sensors and wave pressure fluctuation sensors were performed. The heights of reflected waves increase with a decrease in the permeability of the breakwaters and an increase in the frequency of the wave field. With an increase in the length of the incoming waves, these heights, on the contrary, decrease. The dependences of the transmission waves through the vertical breakwater, on the contrary, decrease with a decrease in the permeability of the wall and increase with an increase in the frequency of the waves and decrease with an increase in the length of the incoming waves. The permeable vertical breakwater with piles of circular cross-section is a sufficiently effective protective structure that significantly reduces the transmission of storm waves into the protected water area, especially in conditions of low permeability, and this design also allows improving

environmental conditions and significantly saving material resources during the construction of a coastal protection structure.

Keywords: Permeable breakwater, reflection wave, transmission wave, flow visualization, wave height sensor.

Introduction. The construction and operation of a large number of hydraulic structures, piers, zones and recreation centers is carried out in coastal regions. The main problem of the development of these regions and coastal water areas is the protection of coasts, harbors and marine infrastructure. Protective measures must have high efficiency, increased environmental safety and must be the most reliable and, if possible, cheap. There are many types of coastal protective structures. These are dams, boons, berms, breakwaters and artificial beaches, bays, harbors. Protective structures of active, passive or complex type of action fully or partially protect coastal structures and the coastal zone.

These structures are built in the form of solid, intermittent and permeable walls, inclined dams and breakwaters, submerged, floating and structures protruding above the sea surface. Depending on the type of structure, its location in the sea area, the principle and mechanism of action, the wave field is partially or completely reflected from the structure, transformed and penetrates through it, reducing wave loads on the protected objects.

Coastal protection structures affect the movement of bottom sediments, change the circulation of the coastal current and the ecological situation in the protected water area. Breakwaters and dikes are the most widely used coastal protection structures. Breakwaters are installed parallel or perpendicular to the shore to ensure safe navigation in the harbor and protect the coastline from erosion. Dikes are constructed along the coastline to protect the shore, reduce coastline erosion and the impact of surges and waves on coastal infrastructure.

The action of hydrodynamic pressure on the breakwater wall leads to the appearance of significant loads on the structure. To withstand such loads, the structures are made massive and durable with the use of large capital investments

[1, 2]. Environmental restrictions and increasing costs for the construction of coastal protection structures, for example, vertical or inclined breakwaters require consideration of alternative solutions to traditional fully protective structures. To overcome the above problems, permeable breakwaters are used. Such a breakwater reduces the reflection of incoming waves relative to a solid vertical wall, ensures partial passage of waves of an acceptable level into the protected water area, and also allows for fluid exchange between the open sea and the protected area. In addition, a permeable wall allows marine fauna to move freely and forms currents that affect the movement of bottom sediments and pollution on the surface of the protected water area [3, 4].

The purpose of the work is to study the features of the interaction of sea waves with models of permeable coastal protection structures in the form of vertical breakwaters.

Materials and methods.

The determination of the features of the transformation of gravity waves near permeable breakwaters was carried out using visual studies and measurements of wave heights in front of the frontal part of the vertical breakwater and behind it. Visual studies using cameras and video cameras made it possible to assess the characteristic features of the behavior of the wave field in the studied areas. Instrumental studies using wave height sensors, as well as pressure fluctuation sensors, made it possible to determine the quantitative parameters of wave motion and the wave pressure fluctuation field near solid and permeable vertical breakwaters [5-7]. To carry out these scientific works, an experimental stand was created based on a wave channel and experiments were carried out in laboratory conditions.

The experiments were carried out in a wave channel about 50 m long, where a measuring section was made at a distance of about 40 m from the shield wave generator. The bottom of this section was filled with quartz sand to a height of 0.2 m and models of the vertical breakwaters under study were placed on the sand. An oblique slot wave absorber was installed in the stern part of the wave channel. The wave channel was filled with water to a depth of 0.4 m. The side walls of the channel

were made of impact-resistant glass for visual studies and video-photographing. The width of the channel was 1.0 m and the height of the channel was also 1.0 m.

The experimental stand was equipped with control and measuring equipment, sensors, coordinate devices, sensor fixation systems, data recording equipment, and computer technics [8, 9].

Measurement of wave height and wave pressure was carried out using piezoresistive dynamic pressure sensors. Piezoresistive dynamic pressure sensors measured the pressure in thin-walled tubes that were immersed under the water surface. Under the action of the wave field, the pressure in the tubes changed in accordance with the wave parameters and was recorded by these high-precision (sensitivity 2 Pa) sensors [10, 11].

Results and discussion.

Visual researches and the results of video and photo shootings allowed us to develop qualitative characteristics of the wave field behavior in the vicinity of the studied models of vertical breakwaters. Examples of the interaction of gravity waves with permeable vertical walls are shown in Fig. 1. Fig. 1 shows photographs of the passage of the gravity wave crest (Fig. 1a) and its sole (Fig. 1b) through a permeable breakwater with a penetration of 20%.

The results of the researches showed that for such a permeable wall, the crest heights in front of the wall and behind it differ significantly, which is due to the wall acting as a vertical single-row permeable breakwater. At the moment of interaction of the sole of the incoming wave with the permeable wall, a significant flow of fluid was observed from the aft part of the wall to its front part, as shown in Fig. 1b. It should be noted that a significant flow of fluid through the slots of the permeable wall was also observed during the interaction of the wave crest with the breakwater, but in the opposite direction.

As shown in these photographs, the wave heights in front of the permeable breakwater significantly exceed up to (5-8) times the heights of the transmission waves through the studied vertical breakwater model.



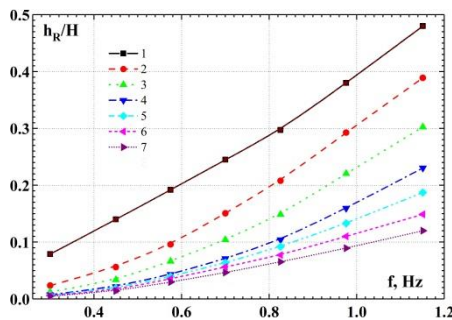
a



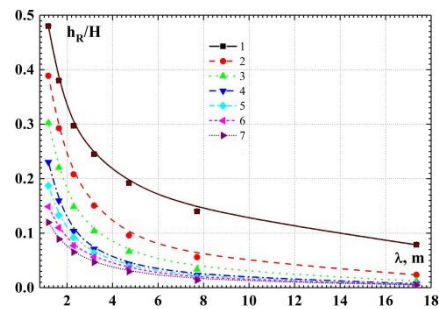
b

Fig. 1. Results of visual studies of the interaction of gravitational waves with a permeable breakwater

The dependences of the height of the reflected wave on the distance of the wavelength from the vertical breakwater, which were determined as $h_R = h - h_i$ (where h is the height of the wave in front of the breakwater and h_i is the height of the incoming wave generated by the wave generator,) and normalized by the channel depth (h_R / H), are presented in Fig. 2 depending on the frequency of the waves and their length. Here, curve 1 is measured for a solid vertical wall (permeability 0%), curve 2 for a wall with a permeability of 10%, curve 3 – 20%, curve 4 – 30%, curve 5–40%, curve 6 – 50% and curve 7 – 60%. The measurement results show that with the increase in the frequency of the incident wave or with the decrease in its length, the height of the reflected wave increases. At the same time, the increase in the permeability of the breakwater causes the height of the reflected wave to decrease, and the rate of decrease increases with the increase in the frequency of the wave or with the decrease in the wavelength, as shown in Fig. 2.



a



b

Fig. 2. Heights of reflected waves in front of permeable vertical breakwaters of different permeability depending on the frequency of the incoming wave (a) and wavelength (b)

An estimate of the influence of the permeability of vertical breakwater on the heights of transmission waves normalized by the channel depth (h_T / H) can be obtained by analyzing the results of measuring the heights of transmission waves behind vertical breakwater depending on the frequency and length of the incoming wave, which is shown in Fig. 3. Here the curve numbers are the same as in Fig. 2.

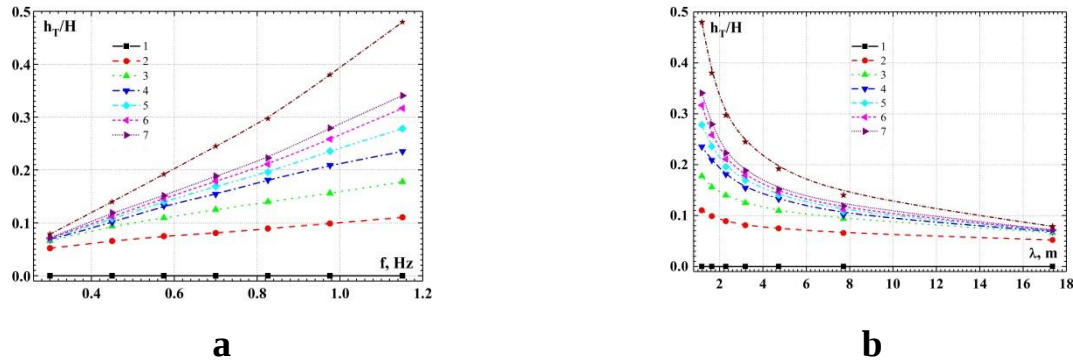


Fig. 3. Heights of transmission waves behind permeable vertical breakwaters of different permeability depending on the frequency of the incoming wave (a) and wavelength (b)

The results of the researches showed that the height of the transmission wave increases with increasing wall permeability, especially with increasing wave frequency or decreasing its length, as shown in Fig. 3a and Fig. 3b, which correlates with the results of observations [12, 13]. The results of the researches of the wave field heights, normalized by the channel depth (h/H), in the vicinity of permeable vertical breakwaters and the wave pressure fluctuation field of the breakwater with a permeability of 20% are shown in Fig. 4.

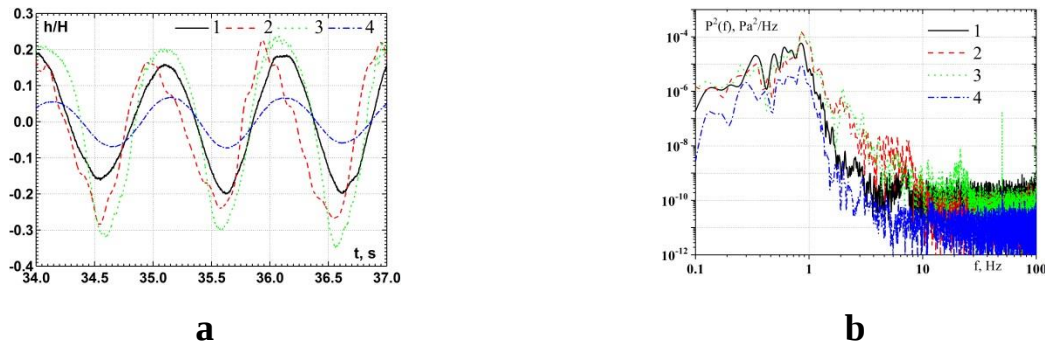


Fig. 4. The shape of gravity waves (a) and the power spectral densities of wave pressure fluctuations (b) in the vicinity of the vertical breakwater with a permeability of 20%.

The experiments were carried out for the following wave field conditions: wave period $T = 1.14$ s; length of the incoming wave $h_i = 0.165$ m; wavelength $\lambda = 2.03$ m; wave speed $U_w = 1.78$ m/s. Curve 1 was measured at a distance -1.0λ in front of the permeable wall, curve 2 was obtained for a distance -0.25λ , curve 3 for a distance -0.001λ also in front of the wall, and curve 4 was obtained for measurements behind the permeable breakwater at a distance 1.0λ .

As shown in Fig. 4a, the highest wave heights (about 0.25 m) were observed near the front wall (curve 3), which is almost 1.5 times greater than the height of the incoming wave. Behind the permeable vertical breakwater, the height of the transmission wave is almost (6-7) times less than the height of the reflected wave near the front wall, which indicates the effectiveness of using such a breakwater design as a coastal protection structure.

The results of the researches showed that regardless of the permeability of the vertical breakwater, as one approaches the frontal part of the wall, the intensity of the pressure fluctuation field increases in the high-frequency region, where the interaction of the incoming wave with the breakwater and the generation of intense small-scale wave structures occurs.

Conclusions.

The results of experimental studies have shown:

1. The permeable vertical breakwater with piles of circular cross-section is a sufficiently effective protective structure that significantly reduces the transmission of storm waves into the protected water area, especially in conditions of low permeability, and this design also allows improving environmental conditions and significantly saving material resources during the construction of a coastal protection structure.
2. It was established that the heights of reflected waves increase with a decrease in the permeability of the breakwaters and an increase in the frequency of the wave field. With an increase in the length of the incoming waves, these heights, on the contrary, decrease.
3. It was shown that the dependences of the transmission waves through the

vertical breakwater, on the contrary, decrease with a decrease in the permeability of the wall and increase with an increase in the frequency of the waves and decrease with an increase in the length of the incoming waves.

4. It was determined that the spectral densities of the power of wave pressure fluctuations have the highest values directly in front of the frontal part of the breakwater and with increasing wall permeability these levels decrease. A particularly significant increase in the levels of pressure fluctuations was observed in the high-frequency region, which is due to the action of high-frequency small-scale pressure sources, which are small-scale components of wave motion generated during the interaction of the incoming wave with the vertical breakwater.

REFERENCES.

1. Choopanizade, M. J., Bakhtiari, M., & Rostami, M. (2020). Wave transmission through the perforated half-depth block-made wall breakwater: An experimental study. *Ocean Engineering*, 215, 107895-1-9. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.107895>
2. Voskoboinick, V., Khomitsky, V., Voskoboinyk, O., Tereshchenko, L., & Voskoboinick, A. (2021). Wave loads on protective dam of the Marine channel of the Danube-Black sea. *Hydro-environment Research*, 35(3), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jher.2021.01.003>
3. Selezov, I. T, Kryvonos, Yu. G., & Gandzha, I. S. (Eds.) (2018). Wave propagation and diffraction. Mathematical methods and applications. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-4923-1>
4. Sathyanarayana, A. H., Suvarna, P. S., Banagani, V. K. Y., Umesh, P., & Shirlal, K. G. (2024). Investigating the wave attenuation capabilities of rectangular pile head breakwater: A physical modelling approach. *Ocean Eng.*, 298, 117251. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.117251>
5. Voskoboinick, V. A., Turick, V. N., Voskoboinyk, O. A., Voskoboinick, A. V., & Tereshchenko I. A. (2019). Influence of the deep spherical dimple on the pressure field under the turbulent boundary layer. In: Hu, Z., Petoukhov, S.,

Dychka, I., & He M. (eds) Advances in Computer Science for Engineering and Education. ICCSEEA 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 754. Springer, Cham., 23-32. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91008-6_3

6. Voskoboinick, V., Kornev, N., & Turnow, J. (2013). Study of near wall coherent flow structures on dimpled surfaces using unsteady pressure measurements. *Flow Turbulence Combust.*, 90(4), 709-722. <https://doi.org/10.1007/s10494-012-9433-9>

7. Voskoboinick, V. A., Voskoboinick, A. A., Turick, V. N., & Voskoboinick, A. V. (2020). Space and time characteristics of the velocity and pressure fields of the fluid flow inside a hemispherical dimple generator of vortices. *J. Eng. Physics and Thermophysics*, 93(5), 1205-1220. <https://doi.org/10.1007/s10891-020-02223-3>

8. Voskoboinick, V., Onyshchenko, A., Voskoboinyk, O., Makarenkova, A., & Voskobiinyk, A. (2022). Junction flow about cylindrical group on rigid flat surface. *Heliyon*, e12595-1-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12595>

9. Onyshchenko A., Kovalchuk V., Voskoboinick V., Voskobiinyk A., Aksonov S., Trudenko D., Hrevtsov S. Establishing patterns of change in the coefficients of reflection, transmission and dissipation of wave energy depending on parameters of a permeable vertical wall // *Eastern-European J. Enterprise Technologies*. – 2024. – 4/5 (130). – P. 46-56. <https://doi.org/10.15587/1729-4061-2024.309969>

10. Voskoboinick, V. A., Voskoboinick, A. V., Areshkovych, O. O., & Voskoboinyk, O. A. (2016). Pressure fluctuations on the scour surface before prismatic pier. *Proc. 8th International Conference on Scour and Erosion (ICSE 2016)* 12-15 September 2016. Oxford, UK, 905-910. <https://doi.org/10.1201/9781315375045-115>

11. Voskoboinick, V. A., Gorban, I. M., Voskoboinick, A. A., Tereshchenko, L. N., & Voskoboinick, A. V. (2021). Junction flow around cylinder group on flat plate. In V. A. Sadovnichiy, M. Z. Zgurovsky (Eds.), *Contemporary Approaches and Methods in Fundamental Mathematics and Mechanics. Understanding Complex Systems*. Springer, 35-50. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50302-4_3

12. Pan X., Wu D., Liang B., & Wu G. (2024). A sectional method to estimate the transmission coefficients of a new type pile-supported permeable breakwater. *Phys. Fluids*, 36, 032127. <https://doi.org/10.1063/5.0200111>
13. Sathyanarayana, A. H., Suvarna, P. S., Umesh P., & Shirlal K. G. (2024). Investigation on innovative pile head breakwater for coastal protection. *Proc IMechE Part M: J Eng. for the Maritime Environ.*, 238(1), 37-56. <https://doi.org/10.1177/14750902231155677>

ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ЗАБРУДНЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА ПРОДУКТАМИ ДУГОГАСІННЯ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ КОНТАКТНИХ ВУЗЛІВ ПЕРЕМИКАЧА

**Волков Єгор Володимирович,
Погребна Юлія Сергіївна,**

Аспіранти

Запорізький національний університет
м. Запоріжжя, Україна

Вступ. У зв'язку із відсутністю комплексного науково обґрунтованого підходу до механізму утворення продуктів забруднення робочого середовища різної природи та походження в комутаційних вузлах перемикача, експериментально розширено уявлення про модель та критерії кількісного зв'язку між умовами утворення частинок забруднення, виділенням газоподібної фази та експлуатаційними параметрами перемикача. Ці результати захищено патентом України на корисну модель U 4202305114.

Мета роботи. За відсутністю фізичної моделі утворення продуктів забруднення масла з урахуванням процесу дугогасіння для високовольтних маслонаповнених перемикачів, коло проблем, що ускладнюють вирішення цього завдання, надзвичайно широке. Тому розглянемо лише особливості формування потоку частинок продуктів дугового розряду в рідині.

Матеріали та методи. Наявні теоретичні дослідження [1, 2] не пропонують достовірних методів інженерного розрахунку для обладнання, в якому існують двофазні потоки. Тільки запровадження поняття «характер течії» дозволяє отримати наближений розв'язок.

Виникнення частинок електричної ерозії як потоку крапель та їх наступної коагуляції має, на думку авторів [3, 4], імовірнісний характер. Щільність розподілу діаметрів частинок, що подрібнюються (або коагулюють), підпорядковується логарифмічно нормальному закону розподілу:

$$y = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2s^2}[\ln\frac{d}{d_m}-m]^2}. \quad (1)$$

При $\ln\frac{d}{d_m} = m$ отримуємо максимальне значення функції:

$$y = y_{max} = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}}.$$

Оскільки маємо розподіл випадкової величини з щільністю ймовірності $y = y(x)$, то із (2.36) визначимо інтегральний розподіл крапель, що подрібнюються або коагулюють до прийнятого діаметра:

$$R(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^Z \theta^{-z^2/2} dz \quad (2)$$

де
$$Z = \frac{\ln\frac{d}{d_m}-m}{s}. \quad (3)$$

Тож рівняння (1) дає диференціальний розподіл частинок рідини в турбулентному рідинному потоці, а рівняння (2) характеризує закономірність розподілу частинок у тому самому потоці.

Для доведення справедливості запропонованої моделі були проведені експериментальні дослідження якісного характеру методом швидкісної кінозйомки, що принципово підтверджують висунуту гіпотезу.

Для цього на моделі контактних систем (рис. 1) було здійснено швидкісну кінозйомку процесу утворення електричної дуги для вузла струмознімання (рис.2, а,б). Візуалізація дугоутворення здійснювалася через бокс циліндричної форми з дном, виготовленим з кварцевого скла, прикріпленого до корпусу моделі контактних систем.

Для зйомки використовувалася швидкісна кінокамера СКС-1М із об'єктивом «Юпітер-11». Ротору з рухомими контактами надавався обертальний рух зі швидкістю 0,2 – 2,0 м/с. Швидкість переміщення плівки вибиралася в діапазоні 3500 – 4000 кадр/с, що дозволяло фіксувати процес через $(2,5 - 3,0) \times 10^{-4}$ с. При визначенні технічних та оптичних режимів кінозйомки використовувалися рекомендації [5, 6].

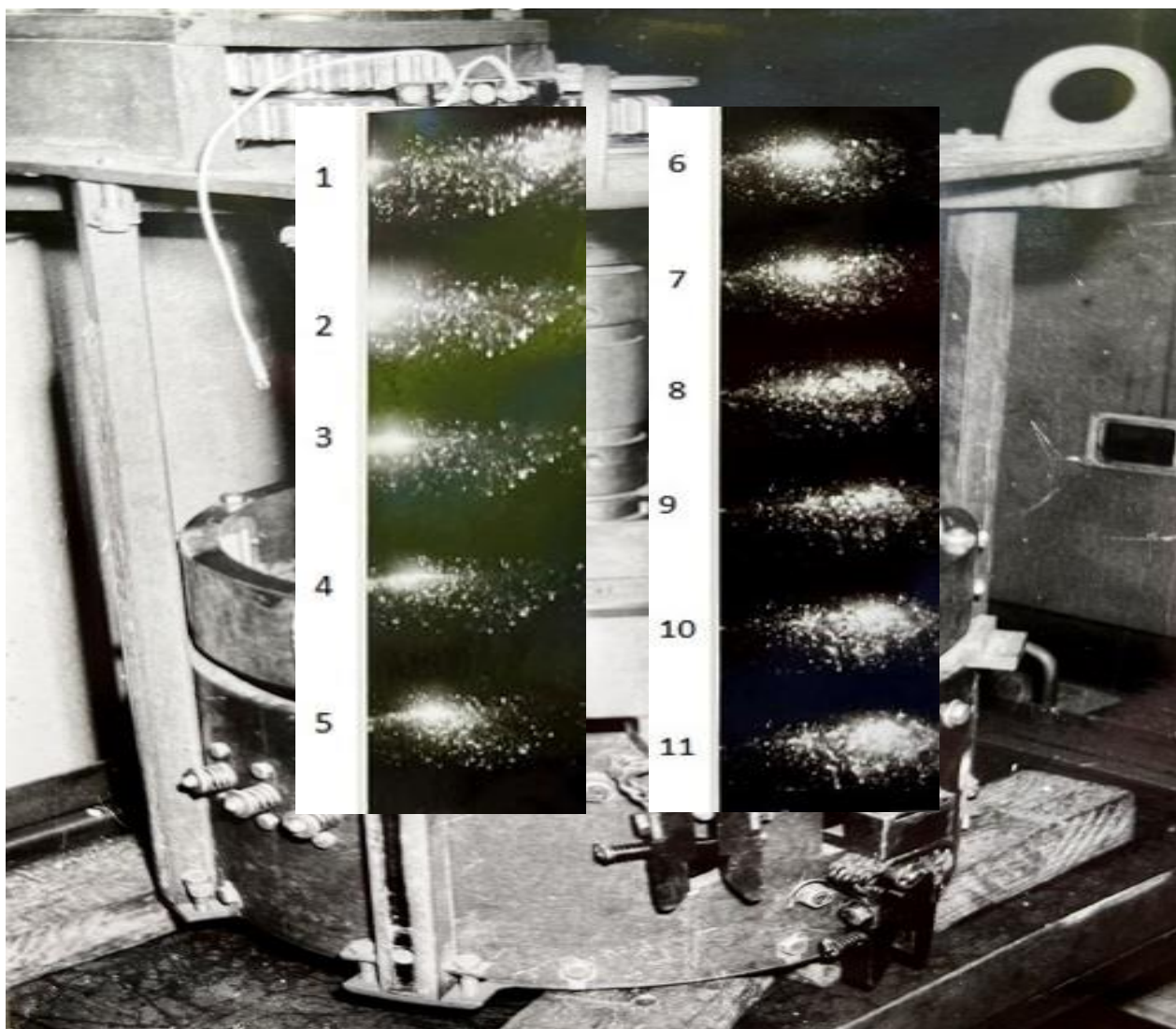
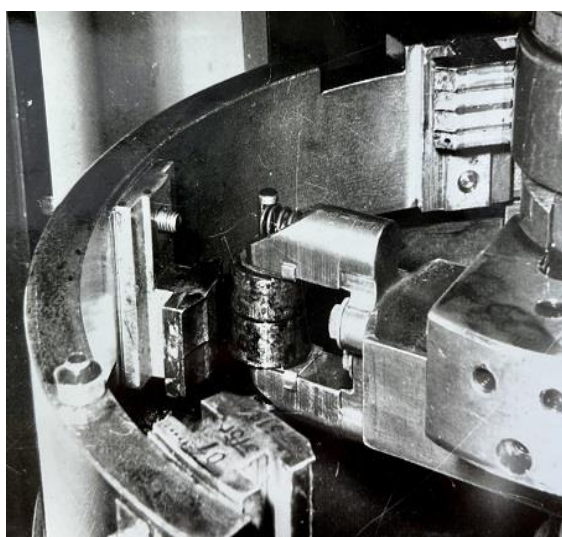


Рис. 1. Виймна роторна частина моделі перемикача серії РНТА 35/125



а)



б)

Рис. 2. Комутаційний вузол до експерименту а) та після експерименту б)

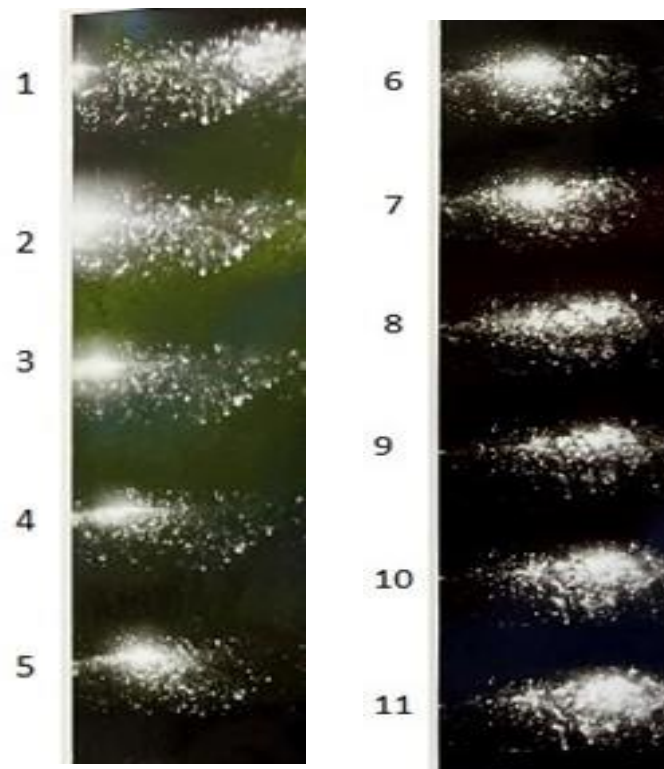


Рис. 3. Кінограма стану приконтактної області комутаційного вузла перемикача при швидкості рухомого контакту $V = 0,2$ м/с

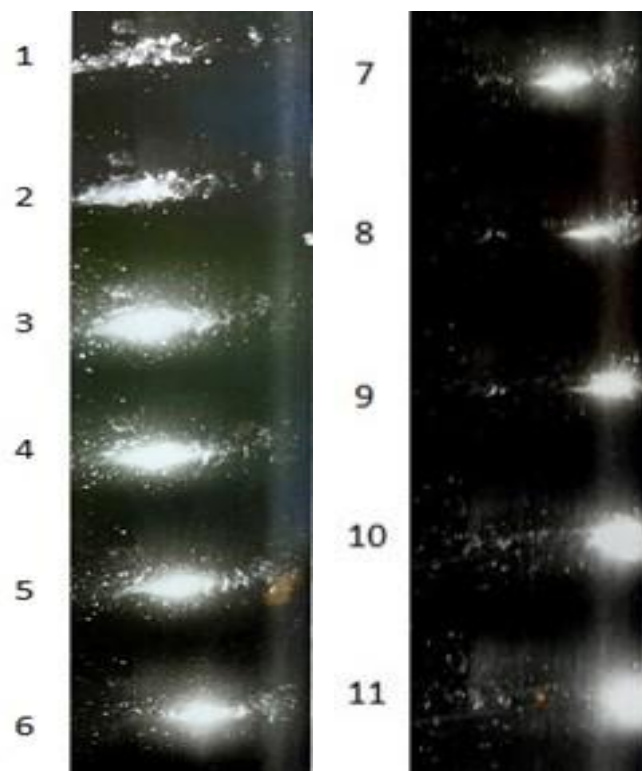


Рис. 4. Кінограма стану приконтактної області комутаційного вузла перемикача при швидкості рухомого контакту $V = 1,0$ м/с

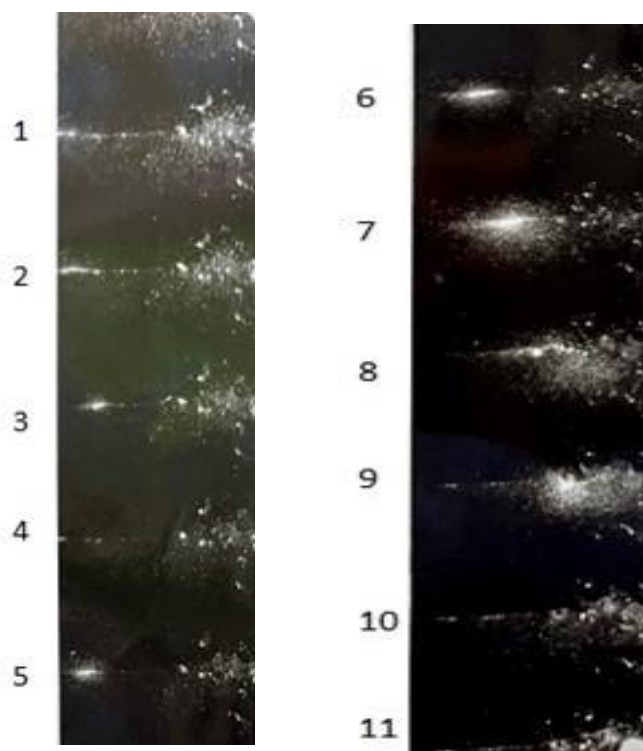


Рис. 5. Кінограма стану приконтактної області комутаційного вузла перемикача при швидкості рухомого контакту $V = 2,0$ м/с

Результати та обговорення. На отриманих кінограмах (рис. 3 – 5), що складаються з 11 кадрів кожна, простежується стан приконтактної області комутаційного вузла, що відображає утворення, розвиток та затухання дугового розряду, який виникає між рухомим та нерухомим контактами при взаємному зближенні. У площині зйомки канал дугового розряду представлений витягнутою в горизонтальному напрямку зоною, що світиться (кадри 1 – 3), яка оточена частинками від забруднення і газовими бульбашками.

При проходженні центральної частини нерухомого контакта (кадри 4 – 8) канал електричного розряду значно розширюється, набуваючи форми, близької до еліпсоїда. Водночас його велика вісь зберігає орієнтацію в напрямі руху всієї маси крапель, що подрібнюються, різного складу і дисперсності. Діаметр частинок забруднення та газових бульбашок неоднаковий у різні моменти існування розряду. У початковий момент (кадри 1 – 2) за рахунок зменшення зазору між контактами, а також за рахунок помітного прискорення потоку рідини, формується струмінь зі слабкими дрібнодисперсними продуктами

забруднення, що перебували у стані рівноваги і потрапили в освітлене поле зйомки.

На кадрах 3 – 4 кількість частинок зростає і розмір деяких із них стає більшим, ніж раніше. Це вказує на те, що відбулося утворення нових, більших за розміром частинок забруднення, тобто коагуляція або поризація, кількість та розмір яких безперервно збільшується (кадри 5-7) зі зростанням часу контактування.

Отже, переміщення одночасно по кількох координатах у сформованому потоці рідини частинок забруднення та газових бульбашок вказує на його турбулентність. Методом швидкісної кінозйомки експериментально підтверджено справедливність передумов для побудови фізичної моделі утворення продуктів забруднення високовольтних маслонаповнених перемикачів.

Вибуховий характер утворення частинок забруднення наочно зафіксовано на 8-9 кадрах. Продукти забруднення майже концентричним колом охоплюють стовп дуги. Однак сформований раніше потік рідини захоплює їх із зони дугоутворення та відновлює свою первісну форму (кадри 9-10). Зона збурення рідини з частинками забруднення розташовується концентрично відносно стовпа дугового розряду майже симетрично (кадри 9-10) з довжиною, яка на порядок перевищує розміри електричного розряду (кадри 10-11).

Висновки. Отже, проведені теоретичні та експериментальні дослідження утворення та руху частинок, що інтерпретуються як дисперсні структури, дозволили отримати емпіричну закономірність наближеного розподілу частинок забруднення в турбулентному потоці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Невзлин Б. И., Морозова Д. В. Математическая модель электрических свойств эмульсии типа вода в масле. Методы та приклади контролю якості. 2010. № 25. С. 90 – 91.
2. Салихов Т. П., Кан В. В., Юсупов Д. Т. Разработка технологической

схемы мобильной установки для очистки масла и целлюлозной изоляции силового трансформатора с использованием керамических мембран. *Общегосударственный научно-производственный и информационный журнал «Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит» (Украина)*. 2017. № 01 (156). С. 44 – 49.

3. Боцар Т., Фрац П., Змерзлий Д. Аналіз оптичного спектра світла, що випускається електричними розрядами в масляній ізоляції. *Фізика і хімія твердого тіла*. 2003. 4, № 4. С. 729 – 735.

4. Козлов В. В. Расчет скоростей масла в призматических каналах силовых трансформаторов. *Електротехніка та електроенергетика*. Запоріжжя : ЗНТУ. 2000. № 1. С. 50 – 52.

5. Баштовий А. І. Процеси переносу при взаємодії крапель у турбулентних полідисперсних потоках : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 01.02.05. Київ, 2003. 19 с.

6. Новиков Д., Лаврухіна К., Кушик-Стрельніков Я. Механізми реалізації інноваційного розвитку регіонів: український і зарубіжний досвід. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. Зб. наук. праць*. Київ : КНУБА. 2017. № 35. Ч.2. С.326 – 332.

КОМПЛЕКСНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ШІ ТА БЕЗПІЛОТНИХ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН У ПРАВООХОРОННІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Литвиненко Роман Геннадійович

Макаліш Богдан Дмитрович

курсанти 1 курсу навчально-наукового інституту № 4
Харківський національний університет внутрішніх справ

Науковий керівник:

Янковський Олег Георгійович

викладач кафедри тактико-спеціальної підготовки
Харківський національний університет внутрішніх справ

У сучасних умовах цифрової трансформації особливу увагу привертає використання новітніх технологій у діяльності органів правопорядку. Одним з найбільш перспективних напрямів є впровадження безпілотних повітряних суден (БПС) у комплексі з системами штучного інтелекту (ШІ). Таке поєднання забезпечує нову якість правоохоронної діяльності, відкриваючи широкі можливості для дистанційного моніторингу, розслідування, реагування та забезпечення громадського порядку.

Безпілотні літальні апарати дозволяють здійснювати повітряне спостереження за територіями, вести відеозйомку в режимі реального часу, координувати дії наземних підрозділів та оперативно отримувати інформацію у важкодоступних місцях. Вони вже активно використовуються у багатьох країнах для охорони громадського порядку, контролю за дорожнім рухом, пошукових операцій та документування злочинів [1, 2].

Важливим етапом розвитку таких технологій стало впровадження штучного інтелекту. Завдяки алгоритмам комп'ютерного зору дрони можуть самостійно розпізнавати обличчя, номери автомобілів, підозрілу поведінку тощо. Це дозволяє зменшити навантаження на операторів та прискорити ухвалення рішень у критичних ситуаціях [3].

Варто зазначити, що у низці країн світу дрони вже довели свою ефективність у правоохоронній сфері. Наприклад, у США поліція використовує

їх для контролю за правопорядком під час масових зібрань, виявлення підозрюваних, а також для документування злочинів. У країнах Європейського Союзу БПС застосовуються для моніторингу дорожнього руху, виявлення порушень та проведення аварійного відеозапису. Усе це свідчить про формування нового етапу в розвитку засобів безпеки, де авіаційні технології та штучний інтелект стають важливими інструментами превенції та реагування [4].

Використання дронів разом зі штучним інтелектом допомагає поліції швидше знаходити порушників, стежити за порядком і реагувати на небезпеку. Це сучасний і ефективний інструмент. Але щоб уникнути порушень прав людини, потрібно чітко визначити, як саме ці технології можна використовувати. Важливо знайти баланс між безпекою та особистою свободою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мовчан А. В., Мовчан М. А. Використання безпілотних літальних апаратів у діяльності правоохоронних органів // Scientific and Legal Stud. – 2023. – № 1. – sls-journal.com.ua. (дата звернення: 16.05.2025).
2. Наказ МВС України № 1026 від 18.12.2018 «Про затвердження Інструкції із застосування органами та підрозділами поліції технічних приладів і технічних засобів...» –<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0028-19#Text> (дата звернення: 17.05.2025).
3. Романенко І. В. Правові аспекти застосування БПС як заходу адміністративного примусу // Юридичний вісник. – 2024. – juris.vernadskyjournals.in.ua. (дата звернення: 20.05.2025).
4. Police are Using Drones More and Spending More For Them. *Electronic Frontier Foundation*. URL: <https://www.eff.org/deeplinks/2024/06/police-are-using-drones-more-and-spending-more-them?> (дата звернення: 17.05.2025). (дата звернення: 20.05.2025).

КІБЕРБЕЗПЕКА ДОМАШНІХ СМАРТ-ПРИСТРОЇВ І ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ ГІГІЄНИ КОРИСТУВАЧІВ

Стоянович Вадим Миколайович

Вступ. У останні роки кількість домашніх розумних пристроїв (IoT) постійно зростає, охоплюючи сотні мільйонів помешкань по всьому світу. За даними Statista, кількість користувачів розумних будинків у світі зростає безперервно і до 2028 року досягне 424.5 млн. користувачів [1]. Така інтеграція підвищує комфорт користувачів, але водночас породжує нові загрози безпеці. Зокрема, експерти зазначають, що до 80% IoT-пристроїв мають вразливості, через які їх можуть атакувати зловмисники [2]. Наприклад, відомі випадки, коли зловмисники захоплювали управління дитячими моніторами, звертаючись через них до дітей [3]. Послідовно, актуальним є питання комплексного захисту домашньої мережі. Важливим елементом захисту виступає формування цифрової гігієни користувачів (сукупності регулярних дій, які допомагають підтримувати цілісність систем і захищати дані). Подібно до особистої гігієни, що запобігає захворюванням, належна цифрова гігієна мінімізує ризик кіберінцидентів.

Мета дослідження. Здійснити аналіз основних кіберзагроз для домашніх IoT-пристроїв та визначити основні практики цифрової гігієни, які сприяють підвищенню безпеки користувачів.

Матеріали та методи. У дослідженні використано методи системного літературного огляду і порівняльного аналізу сучасних наукових публікацій, галузевих звітів і рекомендацій з безпеки IoT-пристроїв. Матеріали включають наукові статті, аналітичні доповіді, а також практичні керівництва від виробників та організацій з кібербезпеки. Для узагальнення результатів застосовано методи синтезу інформації, структуризації відомих загроз та рекомендацій.

Результати та обговорення. На основі аналізу джерел можна виділити кілька класифікацій загроз на мережевому та прикладному рівнях:

- викрадення пристрою (device hijacking);
- атаки «людина-посередник» (MITM);
- розподілені атаки відмови в обслуговуванні (DDoS);
- стаціонарні DoS-атаки (PDoS) [3].

Наприклад, при атаці під назвою «device hijacking» зловмисник захоплює управління смарт-пристроєм без явних ознак порушення функціональності, після чого цей пристрій може використовуватися для зараження всієї мережі користувача. Аналогічно, поширені DDoS-атаки через ботнети (зокрема, за допомогою шкідників на кшталт Mirai), що масово експлуатують непропатчені пристрої. В окремих випадках виникають фатальні PDoS-атаки, які фізично виводять пристрій з ладу (відомий приклад – BrickerBot). Для наочності за результатами аналізу автором систематизовано зазначені загрози та заходи протидії у таблиці (див. Таблиця 1).

Таблиця 1

Загрози для домашніх смарт-пристроїв та заходи захисту

Загроза	Опис	Заходи захисту
Викрадення пристрою (Device hijacking)	Захоплення управління пристроєм зловмисником; може невиявлено поширювати шкідливий код на інші пристрої домашньої мережі.	Використання надійної автентифікації, видалення заводських облікових даних і регулярна зміна паролів.
Крадіжка даних/ідентичності	Несанкціонований збір особистої інформації з уразливих пристроїв.	Шифрування переданих даних, строгі права доступу, таємниця акаунтів.
Атаки DoS/DDoS	Перевантаження пристроїв чи мережі потоками запитів із метою блокування їх роботи.	Оновлення ПЗ (закриття відомих вразливостей), розподіл навантаження, використання СДН і мережевих фільтрів.
MITM (атака «людина-посередник»)	Перехоплення та спуфінг трафіку між пристроями й хмарою.	Використання захищених протоколів (TLS), двофакторна автентифікація, криптографічний захист каналів.
Постійна DoS (PDoS/BrickerBot)	Намірене виведення пристрою з ладу з апаратними ушкодженнями.	Secure Boot і криптографічний захист прошивки, окремий моніторинг стану пристроїв.

Джерело: сформовано самостійно автором на основі власного дослідження

Наведена класифікація вказує, що навіть найбільш потужні технічні рішення потребують належної підтримки користувачами. Тут слід зазначити, що у значній кількості користувачів проблеми виникають навіть за найпростішими налаштуваннями. Зарубіжна дослідниця К. Кімпану у власному дослідженні звертає увагу, що 15% власників IoT-пристроїв взагалі не змінюють заводських паролів, а багато пристроїв залишаються без оновлень протягом 3–4 років після виявлення вразливостей [4].

В сучасних умовах розробники передбачають низку ефективних засобів захисту для користувачів. Послідовно, цифрова гігієна передбачає навчання власників пристрою простим, однак дієвим практикам. Для прикладу китайська компанія «Ecovacs Robotics» на власному сайті регулярно публікує перелік інструкцій для правильного використання її пристроїв та підвищення рівня захисту у розумних будинках. Фахівці компанії звертають увагу на вже згадану інструкцію негайно змінювати заводські паролі на довгі і унікальні паролі або фрази. Оновлення прошивки та програмного забезпечення в міру виходу патчів дозволяє закривати відомі вразливості. Обов'язковим є застосування двофакторної автентифікації (2FA), що ускладнює несанкціонований доступ навіть при відомому паролі [5].

Не менш важливо також і забезпечити безпеку домашньої мережі. Фахівці рекомендують перед початком використання змінювати заводські логін і пароль на роутері, увімкнути WPA3-шифрування і розділити гостьову мережу для IoT-пристроїв. Окрему увагу слід приділяти перевірці списку підключених пристроїв та відключенню непотрібних функцій. Заслужовує уваги і той факт, що фахівці Агентства з кібербезпеки та безпеки інфраструктури США (CISA) повідомляють, що понад 90% успішних атак починаються з фішингових повідомлень [6]. Послідовно, користувачі повинні бути обізнані щодо розпізнавання підозрілих листів і посилань, адже вони часто є «найслабшою ланкою» в системі безпеки.

За результатами аналізу автором здійснено систематизацію основних практик цифрової гігієни, які забезпечують комплексний захист домашньої

IoT-інфраструктури від найпоширеніших векторів кіберзагроз. Систематизовані рекомендації сформовані за результатами опрацювання статистичних даних щодо вразливостей розумних пристроїв та експертних висновків провідних кібербезпекових організацій, що дозволяє сформувати уніфіковані стандарти безпеки для широкого спектру IoT-девайсів у домашніх умовах (див. Таблиця 2).

Таблиця 2

Основні практики цифрової гігієни для домашніх IoT-пристроїв

Практика	Пояснення та рекомендації
Сильний унікальний пароль	Змінювати заводські паролі на складні фрази з великих, малих літер, цифр і символів. Використовувати менеджери паролів для генерації унікальних ключів.
Регулярне оновлення прошивки та ПЗ	Вчасне встановлення оновлень усуває відомі вразливості. Середній IoT-пристрій лишається незапатченим 3–4 роки, тому налаштування автоматичних оновлень критичне.
Двофакторна автентифікація	Додає додатковий рівень захисту – навіть при викраденому паролі зломиснику знадобиться другий фактор (смартфон, токен).
Безпечні налаштування мережі Wi-Fi	Встановити WPA3-шифрування, змінити логін/пароль на роутері, створити гостьову мережу для IoT-пристроїв. Це ізолює вразливі пристрої від основної мережі.
Обережність та навчання	Постійно підвищувати обізнаність про фішингові атаки і соціальну інженерію. Виключати непотрібні налаштування і відстежувати активність додатків (мінімізувати збір даних).

Джерело: сформовано самостійно автором на основі власного дослідження

Підсумовуючи, захист домашньої IoT-екосистеми потребує поєднання технічних рішень і відповідальної поведінки користувачів. На думку автора, виробникам слід впроваджувати технології «Безпека за задумом» (шифрування, безпечне завантаження, оновлення за замовчуванням), а користувачам регулярно виконувати правила цифрової гігієни. Такий комплексний підхід знижує ризики кібератак у «розумному домі»

Висновки. У статті проведено системний аналіз основних кіберзагроз для домашніх смарт-пристроїв та ролі цифрової гігієни користувачів у мінімізації

ризиків. Виявлено, що найбільш поширеними є атаки захоплення пристрою, DDoS, MITM та фізичний DoS (Phlashing), що використовують вразливості незахищених IoT-пристроїв. Водночас критичну роль відіграють прості заходи цифрової гігієни (застосування унікальних складних паролів, вчасне оновлення ПЗ і двофакторна автентифікація) значно підвищують безпеку. Заходи цифрової гігієни необхідно поєднувати з технічними засобами захисту та навчанням користувачів. Комплексний підхід «secure-by-design» з боку виробника в поєднанні з високим рівнем обізнаності кінцевих користувачів дозволить суттєво знизити вразливість домашніх IoT-систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Global: smart home number of users 2019-2028| Statista. *Statista*. URL: <https://www.statista.com/forecasts/887613/number-of-smart-homes-in-the-smart-home-market-in-the-world> (date of access: 06.07.2025).
2. Ali M. H. Smart Home Security: Security and Vulnerabilities. *Wevolver*. URL: <https://www.wevolver.com/article/smart-home-security-security-and-vulnerabilities> (date of access: 06.07.2025).
3. Smart Home: Threats and Countermeasures. *Rambus*. URL: <https://www.rambus.com/iot/smart-home/> (date of access: 06.07.2025).
4. Cimpanu C. 15% of All IoT Device Owners Don't Change Default Passwords. *BleepingComputer*. URL: <https://www.bleepingcomputer.com/news/security/15-percent-of-all-iot-device-owners-dont-change-default-passwords/> (date of access: 06.07.2025).
5. ECOVACS US. 12 Ways To Secure Your Smart Home Devices. *ECOVACS US*. URL: <https://www.ecovacs.com/us/blog/how-to-secure-smart-home-devices> (date of access: 06.07.2025).
6. 4 Things You Can Do To Keep Yourself Cyber Safe | CISA. *Cybersecurity and Infrastructure Security Agency CISA*. URL: <https://www.cisa.gov/news-events/news/4-things-you-can-do-keep-yourself-cyber-safe> (date of access: 06.07.2025).

ВПЛИВ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ НА РОЗВИТОК ЕЛЕКТРОННОГО УРЯДУВАННЯ

Уколов Вячеслав Михайлович

здобувач вищої освіти,
ПВНЗ "Міжнародний економіко-гуманітарний університет
імені академіка Степана Дем'янчука",
м. Рівне, Україна

Вступ. Електронне урядування переживає епохальну трансформацію завдяки стрімкому розвитку великих мовних моделей (LLM). Період 2022-2025 років характеризується революційними змінами у взаємодії між громадянами та державними інституціями, коли традиційні адміністративні процеси поступово замінюються розумними автоматизованими системами. Сьогодні за оцінками Precedence Research прогнозується зростання глобального ринку штучного інтелекту для публічного сектору з 309.1 мільярдів доларів у 2024 році до прогнозованих 4.83 трильйонів доларів до 2034 року [1]. Використання генеративного штучного інтелекту зросло з 33% у 2023 році до 65% у 2024 році, що супроводжується семикратним збільшенням венчурних інвестицій у цю сферу [2]. Актуальність дослідження зумовлена технологічним прогресом та необхідністю підвищення ефективності державного управління та якості обслуговування громадян. Впровадження LLM у сферу електронного урядування створює нові можливості для персоналізованого, доступного та високоякісного обслуговування, одночасно викликаючи питання безпеки, етики та соціальних наслідків.

Мета дослідження. Здійснити аналіз трансформаційного потенціалу великих мовних моделей для модернізації електронного урядування, визначити основні переваги та виклики впровадження на основі глобальних тенденцій та локальних кейсів.

Матеріали та методи. Дослідження здійснене на основі аналізу міжнародних джерел, включаючи звіти OECD, McKinsey & Company, Deloitte, Світового банку та академічні публікації. Використовувався комплексний

підхід, що включав порівняльний аналіз національних стратегій чотирьох країн-лідерів (Естонія, Сінгапур, США, Канада), статистичний аналіз фінансових показників та метрик ефективності впровадження, оцінку технологічних можливостей та обмежень сучасних LLM, аналіз соціальних та економічних наслідків цифрової трансформації. Методологічна база включала кількісний аналіз статистичних даних щодо інвестицій та показників ефективності, якісний аналіз кейсів впровадження та синтез найкращих практик з міжнародного досвіду.

Результати та обговорення. Аналіз глобальних тенденцій демонструє експоненційне зростання використання LLM у державному секторі. Дослідження міжнародних організацій свідчать, що 75 % організацій використовують штучний інтелект станом на перший квартал 2025 року, що на 23 % більше порівняно з попереднім роком [3]. Заслуговує уваги і той факт, що країни, що розвиваються генерують понад 50% глобального трафіку генеративного штучного інтелекту, що вказує на демократизацію доступу до передових технологій [4]. Фінансові показники свідчать про масштабність трансформації. Попередні дані PitchBook за четвертий квартал 2024 року показують, що у вартісному вираженні 50,8% світового венчурного фінансування було спрямовано в компанії, орієнтовані на штучний інтелект, що майже вдвічі більше, ніж у тому ж кварталі 2023 року [5]. Показовим є те, що 92% компаній планують збільшити інвестиції в штучний інтелект протягом наступних трьох років [6].

Міжнародні ініціативи формують нормативну базу для впровадження LLM у державному секторі. Європейський Союз прийняв EU AI Act, який набрав чинності 1 серпня 2024 року та передбачає штрафи до 35 мільйонів євро або 7% глобального обороту за порушення [7]. ООН створила High-Level Advisory Body on AI, яка опублікувала звіт "Governing AI for Humanity", а також прийняла Global Digital Compact для встановлення міжнародних стандартів управління штучним інтелектом [8]. Слід зауважити, що вже сьогодні великі мовні моделі революціонізують цифрові послуги для громадян через

впровадження інтелектуальних чат-ботів, автоматизацію заповнення документів та персоналізацію обслуговування. Для прикладу патентне відомство США покращило якість та ефективність експертизи патентів і торгових марок, а округ Салліван у Нью-Йорку успішно впровадив чат-бот на базі Vertex AI для взаємодії з мешканцями менш ніж за три місяці [9]. Технології класифікації документів досягають суттєвого покращення швидкості обробки скарг та автоматичного маршрутизування запитів, що значно зменшує навантаження на персонал. Автоматичне генерування відповідей демонструє високий рівень задоволеності громадян та консистентності відповідей та скорочення часу відповіді з днів до хвилин [10]. Великі мовні моделі також трансформують процеси аналізу даних та прийняття рішень у державному секторі через здатність обробляти петабайти неструктурованих даних. Для прикладу технології Retrieval-Augmented Generation (RAG) дозволяють працювати з великими корпусами документів, використовуючи векторні бази даних для ефективного пошуку релевантної інформації [11]. Для детального розуміння практичного застосування великих мовних моделей у сфері електронного урядування доцільним є розгляд конкретних національних ініціатив та програм, що демонструють різноманітні підходи до інтеграції цих технологій у державне управління.

Естонія реалізує програму AI Leap 2025, яка стала першою у світі національною програмою інтеграції штучного інтелекту в освіту. Програма охоплює 20,000 учнів 10-11 класів та 3,000 вчителів у 2025 році з планами розширення до 58,000 учнів та 5,000 вчителів до 2027 року. У рамках програми партнерство з OpenAI та Anthropic забезпечує державі доступ до найсучасніших технологій [12]. Цікавим для аналізу є і досвід Сінгапуру. Держава впроваджує National AI Strategy 2.0 вартістю понад 1 мільярд доларів, яка передбачає також і National Multimodal LLM Programme з бюджетом 70 мільйонів доларів. Створення консорціуму з DBS Bank, Grab, Microsoft та іншими компаніями демонструє успішне публічно-приватне партнерство у розвитку регіональних мультимодальних LLM [13].

Сполучені Штати запустили ChatGPT Gov у січні 2025 року – спеціалізовану версію ChatGPT для урядових агенцій, яка обслуговує понад 90,000 користувачів з 3,500 федеральних, штатових та місцевих агенцій. Крім того, Міністерство оборони США підписало контракт на 200 мільйонів доларів з OpenAI для розробки прототипів штучного інтелекту [14]. Канада також прийняла першу національну стратегію штучного інтелекту для державної служби у березні 2025 року. Pan-Canadian AI Strategy з бюджетом 443 мільйони доларів підтримує 670 компаній, забезпечуючи третє місце в G7 за фінансуванням стартапів у сфері штучного інтелекту на душу населення [15].

Дослідження переваг впровадження LLM демонструє значне покращення якості та швидкості надання послуг громадянам. Аналітики консалтингової компанії Deloitte звертають увагу, що майже всі організації звітують про вимірювану окупність інвестицій від генеративного штучного інтелекту, при цьому 20% організацій повідомляють про ROI понад 30%. Автоматизація рутинних завдань призводить до економії часу консультантів до 30% [16].

Однак впровадження LLM супроводжується значними викликами безпеки та конфіденційності даних. Експерти з Cybersecurity Ventures прогнозують, що до 2031 року світові кіберзлочини коштуватимуть 12.2 трильйонів доларів щорічно [17]. Етичні проблеми включають алгоритмічну дискримінацію, недостатню прозорість у поясненні рішень та упередження в навчальних даних. Технічні обмеження включають галюцинації LLM, коли моделі генерують переконливу, але неправильну інформацію.

Висновки. Великі мовні моделі демонструють трансформаційний потенціал для електронного урядування через значне покращення ефективності процесів (30-40% скорочення часу обробки документів, автоматизацію запитів та точність аналізу настроїв громадян). Аналіз досвіду національних програм в Естонії, Сінгапурі, США та Канаді продемонстрував різноманітні підходи до впровадження з інвестиціями задля покращення якості електронного урядування.

Технологічні можливості LLM забезпечують революційні зміни у

цифрових послугах, автоматизації адміністративних процесів та підтримці прийняття рішень на основі даних. Водночас, виклики безпеки, етичні проблеми та технічні обмеження вимагають комплексного підходу до впровадження з урахуванням регулятивних вимог та соціальних наслідків.

Успішне впровадження потребує збалансованого підходу, що поєднує технологічні інновації з етичними принципами, забезпечення безпеки даних та підготовку кадрів. Майбутнє електронного урядування значною мірою залежатиме від здатності урядових структур ефективно використовувати потенціал великих мовних моделей, одночасно мінімізуючи пов'язані з цим ризики та забезпечуючи справедливий доступ до цифрових послуг для всіх громадян.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Precedence Research. AI Governance Market Size to Hit USD 4,834.44 Million by 2034. *Precedence Research - Market Research Reports & Strategic Consulting*. URL: <https://www.precedenceresearch.com/ai-governance-market> (date of access: 06.07.2025).

2. Tournesac A. Generative AI and Cybersecurity: A New Era of Opportunity and Risk. *TrustBuilder*. URL: <https://www.trustbuilder.com/en/generative-ai-cybersecurity-opportunities-risks/> (date of access: 06.07.2025).

3. Alexandria J. How many companies use AI in 2025? Key statistics and industry trends. *Hostinger Tutorials*. URL: <https://www.hostinger.com/tutorials/how-many-companies-use-ai> (date of access: 06.07.2025).

4. Zhenwei Qiang C., Liu Y., Wang H. Who on earth is using generative AI?. *World Bank Blogs*. URL: <https://blogs.worldbank.org/en/digital-development/who-on-earth-is-using-generative-ai-> (date of access: 06.07.2025).

5. Irwin-Hunt A. AI dominates venture capital funding in 2024. *fDi Intelligence – Your source for foreign direct investment information - fDiIntelligence.com*. URL: <https://www.fdiintelligence.com/content/41641e67-f00f-53c0-97cb-464b3a883062> (date of access: 06.07.2025).

6. Superagency in the workplace: Empowering people to unlock AI's full

potential / H. Mayer et al. *McKinsey & Company*. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/superagency-in-the-workplace-empowering-people-to-unlock-ais-full-potential-at-work> (date of access: 06.07.2025).

7. EU AI Act: first regulation on artificial intelligence | Topics | European Parliament. *Topics | European Parliament*. URL: <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20230601STO93804/eu-ai-act-first-regulation-on-artificial-intelligence> (date of access: 06.07.2025).

8. The United Nations. *Governing AI for Humanity : Final Report*. New York : The United Nations, 2024. 100 p. URL: https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/governing_ai_for_humanity_final_report_en.pdf (date of access: 06.07.2025).

9. Hust D. 40+ offices have implemented a Vertex AI-powered chatbot | Google Cloud Blog. *Google Cloud Blog*. URL: <https://cloud.google.com/blog/topics/public-sector/sullivan-county-debuts-generative-ai-chatbot-saige-to-answer-constituent-faqs> (date of access: 06.07.2025).

10. Kempler A. Large Language Model Applications for Government – GovWebworks. *GovWebworks*. URL: <https://www.govwebworks.com/2023/10/31/large-language-model-applications-for-government/> (date of access: 06.07.2025).

11. What is Retrieval-Augmented Generation (RAG)? A Practical Guide. *Making Data AI-Ready| K2view*. URL: <https://www.k2view.com/what-is-retrieval-augmented-generation> (date of access: 06.07.2025).

12. Invest Estonia. Estonia to adopt AI-powered education – Invest in Estonia. *Invest in Estonia*. URL: <https://investinestonia.com/estonia-to-adopt-ai-powered-education/> (date of access: 06.07.2025).

13. Infocomm Media Development Authority. SG Develops Southeast Asia's First LLM Ecosystem - Infocomm Media Development Authority. *Infocomm Media Development Authority*. URL: <https://www.imda.gov.sg/resources/press-releases-factsheets-and-speeches/press-releases/2023/sg-to-develop-southeast-asias-first-llm-ecosystem> (date of access: 06.07.2025).

14. Wiggers K. OpenAI launches ChatGPT plan for US government agencies |

TechCrunch. *TechCrunch*. URL: <https://techcrunch.com/2025/01/28/openai-launches-chatgpt-plan-for-u-s-government-agencies/> (date of access: 06.07.2025).

15. McDowell A. Artificial intelligence was made in Canada. How can we be world leaders once again?. *The Hub*. URL: <https://thehub.ca/2025/02/14/artificial-intelligence-was-made-in-canada-so-why-arent-we-leading-the-ai-race/> (date of access: 06.07.2025).

16. Deloitte. State of Generative AI in the Enterprise 2024. *Deloitte*. URL: <https://www.deloitte.com/us/en/what-we-do/capabilities/applied-artificial-intelligence/content/state-of-generative-ai-in-enterprise.html> (date of access: 06.07.2025).

17. Braue D. Cybercrime To Cost The World \$12.2 Trillion Annually By 2031. *Cybercrime Magazine*. URL: <https://cybersecurityventures.com/official-cybercrime-report-2025/> (date of access: 06.07.2025).

ВПЛИВ МЕТОДІВ СИНТЕЗУ ПОЛІМЕРНИХ МІКРО- І НАНОКОМПОЗИТІВ НА ЇХ ТЕПЛОПРОВІДНІ ВЛАСТИВОСТІ

Фіалко Наталія Михайлівна,

докт. техн. наук, професор, чл.-кор. НАН України, зав. відділу,
Інститут технічної теплофізики НАН України,

Дінжос Роман Володимирович

доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи
Чорноморський національний університет імені Петра Могили,

Меранова Наталія Олегівна,

канд. техн. наук, ст. наук. співр., пров. наук. співр.,
Інститут технічної теплофізики НАН України,

Шеренковський Юлій Владиславович,

канд. техн. наук, ст. наук. співр., пров. наук. співр.,
Інститут технічної теплофізики НАН України,

Вступ.

Полімерні наноккомпозити широко використовуються для виготовлення енергетичного обладнання. Фізико-механічні і технологічні властивості наноккомпозитів відіграють дуже важливу роль при експлуатації енергетичного обладнання. Дослідженню цих унікальних властивостей наноккомпозитів присвячено достатня кількість робіт [1-13]. Однією з властивостей цих полімерних матеріалів, що важлива в енергетиці, є їх теплопровідність, яка залежить від багатьох параметрів, зокрема, від виду наповнювачів, їх частки та методу одержання композитів. В залежності від величини та зміни коефіцієнта теплопровідності різних полімерних мікро- і наноккомпозитів ці матеріали можуть мати високо- і низькотеплопровідні властивості. Це дає можливість широкого використання полімерів для виготовлення теплообмінних поверхонь різного призначення, теплозахисних шарів енергетичного устаткування.

Результати експериментальних досліджень теплопровідності, що представлені в даній роботі, отримані для полімерних мікро- і наноккомпозитів на основі поліаміду-6, що наповнений вуглецевими нанотрубками (ВНТ),

мікрочастинками алюмінію та міді, при застосуванні для їх одержання двох методів. Методи базуються на змішуванні компонентів в розплаві полімеру (метод 1) і змішуванні компонентів в сухому вигляді (метод 2). При проведенні досліджень температура композитів змінювалась від 320 до 525K, а масова частка наповнювача від 0,3 до 10%.

Ціль роботи.

В даній роботі була поставлена мета за даними експериментальних досліджень встановити ефекти впливу на теплопровідність полімерних нанокомпозитів на основі поліаміду 6 виду наповнювачів і їх частки, а також методів одержання композитів.

Матеріали та методи.

Різниця між методами синтезу полімерних композитів полягає в тому, що при першому методі змішування компонентів відбувається в розплав полімеру за допомогою дискового екструдера при подальшому наданні композиту необхідної форми методом гарячого пресування. А при застосування другого методу змішування компонентів відбувається в сухому вигляді за допомогою магнітної мішалки і ультразвукового диспергатора при подальшому гарячому пресуванні отриманої композиції.

Вказані методи застосовуються для одержання композитів на основі поліаміду 6, наповнених вуглецевими нанотрубками, або мікрочастинками алюмінію чи міді. Вуглецеві нанотрубки, які використовувались у дослідженнях, виготовлялися методом хімічного парофазного осадження. Мікрочастинки міді і алюмінію, що використовувались як наповнювач, одержувались відповідно з мідних і алюмінієвих ошурків шляхом їх розтирання у кульовому млині до утворення частинок розміром 0,5 ...1,0 мкм. Для визначення коефіцієнту теплопровідності нанокомпозитів використовувався модифікований прилад IT- λ -400.

Результати та обговорення.

В процесі досліджень було помічено, що теплопровідність композитів на основі поліаміду 6, наповнених вуглецевими нанотрубками, мікрочастинками

міді та алюмінію, отриманих з використанням першого методу, є значно вищою. Так, при $\omega = 10\%$ коефіцієнти теплопровідності композитів λ , що відповідають першому методу, досягають 29,4-50,2 Вт/(м·К), у разі ж застосування другого методу – лише 4,86–9,95 Вт/(м·К).

Найбільше значення теплопровідності спостерігається при наповненні поліаміду 6 вуглецевими нанотрубками -50,2 Вт/(м·К) , менше значення відповідає при наповненні поліаміду 6 мікрочастинками міді -40 Вт/(м·К), а найменше значення 29,4 Вт/(м·К) – при наповненні мікрочастками алюмінію. При цьому згідно з отриманими даними вплив методу одержання нанокомпозитів, що розглядаються, є суттєво різним при використанні різних наповнювачів. Найбільш чутливою до методу отримання є теплопровідність композитів, наповнених ВНТ, дещо менш чутливою – при їх наповненні мікрочастинками міді та найменш чутливою при використанні як наповнювача мікрочастинок алюмінію.

Розбіжності коефіцієнта теплопровідності $\delta\lambda$ для всіх аналізованих композитів, отриманих різними методами, має загальні особливості в діапазоні зміни вмісту наповнювача від 0 до 3%. Вони є незначними при $\omega \leq 1,5\%$ і далі суттєво зростають зі збільшенням ω . Але в області $3\% \leq \omega \leq 10\%$ значення $\delta\lambda$ змінюються менш інтенсивно. Якщо в якості наповнювача використовується мікрочастинки алюмінію чи ВНТ, спостерігається підвищення $\delta\lambda$ з ростом ω . При наповненні поліаміду 6 мікрочастинками міді залежність $\delta\lambda=f(\omega)$ має локальний максимум.

Висновки.

На основі виконаних досліджень можна зробити висновок, що метод одержання композитів спричиняє суттєвий вплив на їхній коефіцієнт теплопровідності. При цьому застосування другого методу, заснованому на змішуванні компонентів у сухому вигляді, значно обмежується з огляду на максимально досяжні величини даних коефіцієнтів. Зроблений порівняльний аналіз різних аспектів розглянутих методів одержання полімерних мікро- і нанокомпозитів дозволяє визначити область їх ефективного застосування.

Отримані різними методами полімерні матеріали можуть широко використовуватися для виготовлення теплообмінних поверхонь теплоенергетичного обладнання різного призначення. Застосування першого методу пов'язано з високотеплопровідними властивостями нанокompозитів. Другий метод дає можливість отримати більш низькотеплопровідні матеріали.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фіалко Н. М., Дінжос Р. В., Шеренковський Ю. В., Меранова Н. О., Прокопов В. Г., Навродська Р. О., Полозенко Н. П., Альошко С. О., Кутняк О. М., Пархоменко О. Ю. Залежність теплопровідності полімерних мікро- і нанокompозиційних матеріалів на основі полікарбонату від масової частки наповнювача. Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». № 6(125), 2022. С. 60-64. <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2022-6-8053>.
2. Фіалко Н. М., Дінжос Р. В., Шеренковський Ю. В., Меранова Н. О., Прокопов В. Г., Навродська Р. О., Полозенко Н. П., Кутняк О. М., Попружук І. О., Пархоменко О. Ю. Залежність коефіцієнта теплопровідності нанокompозитів на основі поліпропілену від часу змішування компонентів. Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». № 5(124), 2022. С. 56-60. <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2022-5-7999>.
3. Fialko N., Dinzhos R., Sherenkovskii Ju., Meranova N., Navrodska R., Izvorska D., Korzhyk V., Lazarenko M., Koseva N. Study of the temperature regime effect of obtaining nanocomposites on their heat-conducting properties. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 4 №5 (112), P. 21–26. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.236915>.
4. Фіалко Н. М., Дінжос Р. В., Прокопов В. Г., Шеренковський Ю. В., Меранова Н. О., Попружук І. О., Клищ А. В. Исследование влияния на теплопроводящие свойства нанокompозитов температурного режима их получения. Международный научный журнал «Інтернаука». 2021. №12 (112). С. 31-34. <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2021-12-7529>.
5. Фиалко Н. М., Динжос Р. В., Меранова Н. О., Шеренковский Ю. В.

Теплофизические свойства полимерных микро- и нанокомпозитов при использовании высокотеплопроводных наполнителей. 1st International scientific and practical conference “Progressive research in the modern world” (October 5-7, 2022) BoScience Publisher, Boston, USA. 2022. P.188-196.

6. Фіалко Н. М., Дінжос Р. В., Шеренковський Ю. В., Меранова Н. О., Прокопов В. Г. Теплопровідність і питома теплоємність мікро-і нанокомпозитів на основі поліаміду 6. *Міжнародний науковий журнал "Інтернаука"*. 2022. №12. С.58-62. <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2022-12-8291>

7. Фіалко Н. М., Дінжос Р. В., Меранова Н. О., Кліщ А. В., Хміль Д. П., Попружук І. О., Валько О. В. Теплопровідні властивості полімерних мікро-і нанокомпозитів для теплообмінних поверхонь. *Міжнародний науковий журнал "Інтернаука"*. – 2020, - № 7 (87), 1т. - С. 42-46.

8. Фіалко Н. М., Дінжос Р. В., Прокопов В. Г., Шеренковський Ю. В., Меранова Н. О. Створення низькотеплопровідних полімерних нанокомпозитів для внутрішніх газовідвідних стволів димових труб котелень. *Енергетика та автоматика*. 2020. № 5. С.57-68. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Energiya/article/view/14641>

9. Фіалко Н. М., Дінжос Р. В., Меранова Н. О., Шеренковський Ю. В., Навродська Р. О., Кутняк О. М. Теплота кристалізації полімерних мікро-і нанокомпозиційних матеріалів для теплоенергетичного устаткування. *Теплофізика та теплоенергетика*. 2019, №5. С.26-27.

10. Фіалко Н. М., Дінжос Р. В., Шеренковський Ю. В., Меранова Н. О., Юрчук В. Л., Хміль Д. П., Федосенко Л. П., Малецька О. Є., Чехаровська М. І., Дашковська І. Л. Теплофізичні властивості полімерних мікро-і нанокомпозитів для елементів теплоенергетичного обладнання. *Збірник праць «Проблеми екології та експлуатації об'єктів енергетики» / за ред. О.І. Сігала; Інститут промислової екології*. – К.: ІВЦ АЛКОН НАН України, 2024. С.178-185.

11. Фіалко Н. М., Дінжос Р. В., Меранова Н. О., Прокопов В. Г. та ін. Аналіз експериментальних екзотерм кристалізації полімерних нанокомпозитів «поліамід 6-діоксид кремнію». *МНЖ «Інтернаука»*. № 8 (163), 2024. С.89-94.

<https://doi.org/10.25313/2520-2057-2024-8-10182>

12. Фіалко Н. М., Дінжос Р. В., Мєранова Н. О., Прокопов В. Г. та ін. Дослідження структуроутворення полімерних нанокомпозитів на основі поліаміду 6 при його наповненні наночастинками діоксиду кремнію. МНЖ "Інтернаука" 2024. № 8. С. 83-88. <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2024-8-10182>

13. Fialko N. M., Dinzhos R. V., Sherenkovskiy Ju. V., Meranova N. O, Navrodska R. O. Features of structure formation of dispersively filled with microcomposites with a polypropylene matrix. Mechanics and Advanced Technologies, Vol 89, No 2 (2020), P.91-98. <https://doi.org/10.20535/2521-1943.2020.89.211384>

PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

THE ROLE OF INTERACTIVE TECHNOLOGIES IN TEACHING ADVANCED MATHEMATICS

Mamedov Rauf Mammad

PhD in Physical and Mathematical Sciences,
head teacher at Ganja State University

Abbasova Samira Vagif

Head teacher at Ganja State University

Keywords: Interactive technologies, advanced mathematics, teaching methodology, digital education, virtual resources.

Introduction

1. Definition and Classification of Interactive Technologies
2. Applications in Advanced Mathematics Teaching
3. Impact and Advantages
4. Challenges and Limitations
5. Future Perspectives and Recommendations
6. Conclusion
7. References

Introduction

Mathematics represents one of the highest forms of abstract human thought, and within this domain, advanced mathematics plays a critical role in various scientific, technical, and economic fields. The teaching of advanced mathematics requires not only a deep theoretical foundation but also effective pedagogical methods to facilitate student understanding and engagement.

In recent years, the rapid development of information and communication technologies (ICT) has led to the growing implementation of interactive methods in education. These technologies provide dynamic, student-centered learning environments that encourage exploration and active participation. This paper explores the role of interactive technologies in teaching advanced mathematics by examining their definitions, applications, advantages, challenges, and future prospects.

Definition and classification of interactive technologies Interactive technologies refer to digital tools and platforms that enable real-time interaction between students and teachers, as well as among learners themselves. These technologies facilitate a dynamic and responsive learning environment. In the context of mathematics education, the most common types include:

Interactive whiteboards

Mathematical software and tools such as *GeoGebra*, *Desmos*, *Wolfram Alpha*

Online simulations and virtual labs (e.g., PhET)

Learning management systems (LMS) such as *Moodle*, *Khan Academy*, *Edmodo*

Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) platforms

Gamified assessment tools and quiz platforms (e.g., *Kahoot*, *Quizizz*)

These technologies not only visualize complex mathematical concepts but also allow learners to manipulate variables, receive instant feedback, and collaborate with peers.

Applications in advanced mathematics teaching

The integration of interactive technologies in advanced mathematics instruction has transformed how abstract concepts are presented and understood. Below are key application areas:

Visualizing Abstract Concepts Many topics in advanced mathematics, such as multivariable calculus, linear algebra, and topology, involve abstract ideas that are difficult to comprehend through static images or verbal explanation alone. Interactive software like *GeoGebra 3D*, *Desmos*, and *Wolfram Alpha* allows students to

visualize functions in 2D and 3D, manipulate variables in real-time, and explore geometric interpretations of algebraic structures.

Example: In linear algebra, students can use GeoGebra to interactively visualize matrix transformations in space, including rotations, scalings, and shears.

Exploratory Learning Through Simulations

Simulations such as those provided by PhET Interactive Simulations allow students to experiment with mathematical models in a risk-free, virtual environment. These tools encourage discovery-based learning, enabling students to develop hypotheses, test them, and refine their understanding.

Example: Calculus students can use slope field simulators to understand differential equations and their solutions graphically.

Collaborative and Personalized Learning

Digital learning platforms like Khan Academy, Edmodo, and Moodle provide interactive exercises tailored to individual learning levels. Some systems include AI-based adaptive learning, which adjusts content difficulty based on a student's performance. These platforms often support forums and shared workspaces, encouraging peer collaboration.

Gamification and Engagement

Gamified tools such as Kahoot, Quizizz, and Classkick are increasingly used to assess understanding and keep students engaged. While these platforms are more commonly used in basic education, they are being adapted for higher-level content through custom quizzes and problem-solving challenges.

Virtual and Augmented Reality in Mathematics

Emerging technologies like Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) are being explored to help students understand high-dimensional and spatial mathematical ideas. For example, VR headsets can immerse students in 3D environments where they manipulate multi-dimensional objects, ideal for topics like vector spaces or differential geometry.

Impact and advantages The integration of interactive technologies in the teaching of advanced mathematics has produced a number of significant pedagogical

advantages. These technologies have not only transformed classroom dynamics but also enhanced individual learning outcomes across different learner profiles. Below are some of the most widely observed benefits:

Enhanced Conceptual Understanding

Interactive tools provide dynamic visualizations that make abstract mathematical concepts more concrete. Instead of passively listening to explanations, students can manipulate graphs, functions, and shapes in real time, helping them better grasp complex structures and relationships.

Example: In multivariable calculus, students can explore three-dimensional graphs by rotating them or slicing through surfaces, deepening their spatial understanding.

Increased Student Engagement

Gamified applications and interactive platforms foster motivation and active participation. Students are more likely to stay focused and complete challenging problem sets when the experience is interactive, game-based, or adaptive to their level.

Example: A real-time quiz on matrix operations through platforms like Quizizz can turn a traditionally difficult topic into a competitive and enjoyable classroom activity.

Personalized Learning and Feedback Many platforms provide real-time analytics and feedback, allowing students to progress at their own pace. Systems like **ALEKS** or **Khan Academy** use adaptive algorithms to deliver tailored content, ensuring that each learner receives the right challenge at the right time.

Collaborative Learning Environments With platforms like Google Classroom, Moodle, or Classkick, learners can collaborate in solving mathematical problems, share strategies, and give feedback to each other. This encourages social learning and collective problem-solving, skills that are essential for modern STEM fields.

Blended and Remote Learning Compatibility Interactive technologies are essential for distance education. During events like the COVID-19 pandemic, these

tools allowed continued instruction, assessments, and real-time collaboration from anywhere in the world.

Summary Modern educational demands require innovative approaches in teaching advanced mathematics.

Interactive technologies offer dynamic and engaging ways to present abstract mathematical concepts, addressing limitations of traditional teaching methods.

Tools such as GeoGebra, Desmos, PhET, and VR/AR systems enable visualization and simulation.

These tools help students understand complex topics like multivariable functions, matrix transformations, and differential equations through direct interaction and exploration. Personalized and collaborative learning is enhanced through platforms like Khan Academy and Moodle. Adaptive algorithms adjust difficulty based on individual progress, while digital classrooms promote teamwork and shared problem-solving.

Gamification increases student motivation and active participation.

Tools like Kahoot and Quizizz make advanced math practice more engaging, turning learning into an interactive challenge.

Despite the benefits, challenges such as unequal access to technology, lack of teacher training, and over-reliance on digital tools must be addressed.

Successful integration depends on thoughtful planning, infrastructure, and pedagogical balance.

REFERENCES

1. Moyer-Packenham, P. S., & Westenskow, A. (2013). *Effects of virtual manipulatives on student achievement and mathematics learning*. Journal of Educational Research, 106(3), 186–195. <https://doi.org/10.1080/00220671.2012.687715>
2. Ziatdinov, R., & Valles, J. R. (2022). *Modelling and visualization of mathematical concepts using GeoGebra software in engineering education*. arXiv preprint arXiv:2203.16415.
3. PhET Interactive Simulations. (2024). *University of Colorado Boulder*.

<https://phet.colorado.edu>

4. Hegedus, S., & Moreno-Armella, L. (2009). *Interactivity and digital technologies in mathematics education*. International Journal of Computers for Mathematical Learning, 14(2), 65–92.

5. Kay, R. H., Leung, S., & Tang, H. (2018). *Comparing face-to-face and online learning in higher education: A meta-analysis*. Canadian Journal of Learning and Technology, 44(2). <https://doi.org/10.21432/T2RK5P>

6. Papageorgiou, E., & Lameris, P. (2017). *Gamification in science and mathematics education: Emerging research and opportunities*. IGI Global.

7. Mullins, M. E., & Sabherwal, R. (2020). *Virtual reality applications in higher mathematics education: A framework for effective learning*. Education and Information Technologies, 25(3), 2405–2424.

8. Khan Academy. (2025). *Free online courses, lessons & practice*. <https://www.khanacademy.org>

9. Nistor, N., & Neubauer, K. (2020). *Technology-enhanced learning in higher education: Current trends and future challenges*. Educational Technology Research and Development, 68, 1579–1599.

10. Desmos Studio. (2025). *Interactive graphing calculator for math learning*. <https://www.desmos.com>

МНОГОЧЛЕНИ ТЕЙЛОРА ДЛЯ СЕРЕДНЬОЇ ТОЧКИ В ТЕОРЕМІ ЛАГРАНЖА

Калайда Олексій Феофілович
Київський Національний університет
імені Тараса Шевченка
Київ, Україна

Вступ. Многочлен Тейлора для середньої точки в теоремі Лагранжа

$$\frac{\Delta f}{\Delta x} = f'(c), x \in [a, b], c \in (a, b), c = a + h\xi, h = b - a, \xi \in (0, 1) \quad (1)$$

(Ляшко, Боярчук, Гай, Калайда, 1983), можливо, можна побудувати методом невизначених коефіцієнтів. Цією темою цікавились академік АН УРСР Б. В. Гнеденко (він посилався на зарубіжного вченого Бартлетта), а також академік АН УРСР Рвачов В. Л. Він цю тему надав як дисертаційну своєму аспірантові Литвину О. М. Той почав її розробляти, та коли побачив, що я його випередив, перестав нею займатись. Це моя дисертаційна робота (Калайда, 1967).

Мета роботи. Показати, що многочлени Тейлора для середньої точки c в рівності (1) можна побудувати методом невизначених коефіцієнтів.

Матеріали та методи. За основу беремо рівність (1).

Розвинемо $\frac{\Delta f}{h}$, $f'(a + h\xi)$ в ряд Тейлора,

$$\frac{\Delta f}{h} = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{f_0^{(j)}}{(j-1)!}, \quad f'(a + h\xi) = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{f_0^{(j)}}{(j-1)!} (h\xi)^j, \quad f_0^{(j)} = f^{(j)}(a) \quad (2)$$

відносно середню точку подаємо у вигляді степеневого ряду

$$\xi = \sum_{j=0}^{\infty} a_j h^j \quad (3)$$

з невідомими коефіцієнтами a_j .

Результати та обговорення. З рівності (1) з врахуванням рівностей (2), (3) дістаємо тотожність

$$\frac{1}{2}f_0'' + \frac{h}{6}f_0''' + \dots \equiv f_0''a_0 + f_0'''(a_0^2 + 2ha_1a_0 + \dots) \quad (4)$$

З (4) (при $f_0'' \neq 0$) маємо

$$a_0 = \frac{1}{2}, a_1 = h \frac{f_0'''}{6f_0''}, \dots \Rightarrow \xi = \frac{1}{2}h \frac{f_0'''}{6f_0''} + O(h^2).$$

Таким чином, побудовано алгоритм для многочлена Тейлора для відносної середньої точки в рівності (1) у вигляді рекурентної алгебричної системи рівнянь (4). Крефіцієнти многочленів наведено (Калайда, 1965).

Висновки. Побудовано систему (4) для побудови многочлена Тейлора для відносної середньої точки в рівності (1). Аналогічно можна будувати многочлени Тейлора для середньої точки й інших теорем про середнє в диференціальному численні (Калайда, 1963, 1965, 2012), а також теорем про середнє в інтегральному численні (Ляшко, Боярчук, Гай, Калайда, 1985),

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Калайда О. Ф. (1963). До питання про застосування теорем про середні значення в обчислювальній математиці: //Збірник наукових праць аспірантів (фізико-математичні науки). К.: Вид-во Київськ. ун-ту. (стор. 125 – 131).
2. Калайда А. Ф. (1965). Исследование и применение теорем о средних значениях. Кандидатская дисс. К.: ИК АН УССР. – 362 с. (рукопись).
3. Калайда А. Ф. (1965). Исследование и применение теорем о средних значениях. Атореферат канд. дисс. К.: ИК АН УССР. - 16 с.
4. Ляшко И. И., Боярчук А. К., Гай Я. Г., Калайда А. Ф. (1983). Математический анализ (в 3-х частях). Ч.1. К.: Головное Издательство Издательского Объединения “Вища школа”.– 495 с.
5. Калайда О. Ф. (2012). Нові теореми про середнє в диференціальному численні: //У Матеріалах ХІУ Міжнародної Наукової Конференції імені академіка М. Кравчука, ч. 2, (стор. 125), Київ, Україна.
6. Ляшко И. И., Боярчук А. К., Гай Я. Г., Калайда А. Ф. (1983). Математический анализ (в 3-х частях). Ч.2. К.: Головное Издательство Издательского Объединения “Вища школа”.– 551 с.

ARCHITECTURE

УДК 711.4:502(477)

ЗЕЛЕНА ВІДБУДОВА В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВІЙНИ ТА ПОВОЄННОГО РОЗВИТКУ

Гомон Ольга Олександрівна

к.арх., доцент,

доцент кафедри теорії архітектури і архітектурного проєктування

ORCID ID 0000-0002-1949-5635

Київський національний університет будівництва і архітектури

м. Київ, Україна

Пантюхіна Олександра Юріївна

к.арх.,

доцент кафедри архітектури

ORCID ID 0000-0002-2376-9432

Приазовський державний технічний університет

м. Дніпро, Україна

Булкін Максим Михайлович

асистент кафедри теорії архітектури і архітектурного проєктування

ORCID: 0000-0002-3203-5967

Київський національний університет будівництва і архітектури

м. Київ, Україна

Вступ. Руйнування, спричинені повномасштабною війною в Україні, створили безпрецедентний виклик для національної інфраструктури, архітектури та житлового фонду. Водночас, ця криза стала точкою перезавантаження для переосмислення підходів до планування, будівництва та відбудови українських міст і сіл. Традиційні моделі забудови, орієнтовані виключно на швидкість і мінімальну вартість, вже не відповідають сучасним вимогам стійкості, енергоефективності та соціальної справедливості. У контексті сучасних глобальних викликів – змін клімату, енергетичної кризи, міграції та соціальної нестабільності – екологічна архітектура й підходи до

сталого відбудови набувають особливої актуальності.

Зелена архітектура передбачає створення просторів, що мінімізують негативний вплив на довкілля, ефективно використовують ресурси, гармонійно інтегруються в природне середовище та враховують потреби людей – включно з внутрішньо переміщеними особами, ветеранами, а також з урахуванням принципів інклюзивності. Повоєнна відбудова має стати не просто процесом відновлення зруйнованого, а переходом до якісно нової, стійкої і самодостатньої архітектурної моделі, орієнтованої на майбутнє.

Мета роботи є аналіз принципів екологічної архітектури в контексті зеленої та сталої відбудови України після військових руйнувань, з урахуванням соціальних, економічних та екологічних аспектів. Основним завданням є визначення ключових напрямків інтеграції сталого розвитку в архітектурну практику, розробка підходів до проєктування житла й інфраструктури, що відповідають вимогам сучасності та майбутнього.

Матеріали та методи. Методологія дослідження базується на міждисциплінарному підході, що поєднує аналіз теоретичних основ екологічної архітектури, вивчення політичних і нормативних документів, зокрема Концепції зеленого відновлення України, а також положень Європейського зеленого курсу (European Green Deal), який визначає стратегічний напрям ЄС до досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року. У роботі також враховано підхід Північної екологічної фінансової корпорації (NEFCO), орієнтований на сталу інфраструктуру, впровадження відновлювальних джерел енергії, енергоефективності та забезпечення прозорого управління відбудовчими проєктами.

Крім того, проаналізовано провідні міжнародні системи екологічної сертифікації будівель, зокрема BREEAM (Велика Британія, 1990), LEED (США, 1998), які визначають критерії оцінки енергоефективності, впливу на довкілля, якості внутрішнього мікроклімату та добробуту користувачів. Ці системи можуть бути адаптовані до українського контексту як інструменти підвищення якості повоєнної відбудови відповідно до принципів сталого розвитку.

Результати та обговорення. Результати дослідження засвідчують необхідність формування інтегрованого підходу до повоєнної відбудови України на засадах сталого розвитку, який передбачає одночасне врахування екологічних, соціальних, економічних і культурно-ландшафтних факторів. Такий підхід не лише мінімізує негативний вплив на довкілля, а й сприяє формуванню стійкого та інклюзивного архітектурного середовища.

Екологічний компонент повинен передбачати пріоритетне використання екологічно безпечних, локально доступних та відновлюваних матеріалів, що скорочують вуглецевий слід як на етапі будівництва, так і під час експлуатації. Особливе значення мають технології енергоощадного проектування, включно з концепцією пасивного будинку, впровадженням природної вентиляції, використанням відновлюваних джерел енергії (сонячні панелі, теплові насоси) та збалансованим водоспоживанням.

Соціальні аспекти зумовлюють потребу в архітектурі, що буде інклюзивною за своєю природою – орієнтованою на потреби людей різного віку, статі, рівня мобільності та соціального статусу. Відбудова повинна враховувати вимоги до доступності житла для внутрішньо переміщених осіб, ветеранів, сімей з дітьми, а також забезпечити простір для соціальної взаємодії. Ключовим принципом має стати залучення громад до процесів прийняття рішень щодо формування архітектурного середовища, що сприяє зміцненню соціальної згуртованості та довіри.

Економічна складова має ґрунтуватися на принципах циркулярної економіки, зокрема повторному використанні будівельних матеріалів, мінімізації відходів і запровадженні циклів вторинного ресурсообігу (рециклінгу). Водночас акцент переноситься з короткострокової економії на довгострокову ефективність і витривалість проєктів, які знижують експлуатаційні витрати, підвищують енергетичну незалежність та мають менший вплив на клімат.

Ландшафтна інтеграція є невіддільною складовою зеленої архітектури. Вона передбачає адаптацію архітектурних рішень до природно-кліматичних

умов регіонів, збереження та відтворення біорізноманіття, інтеграцію зелених насаджень, водно-болотних угідь і місцевих екосистем у структуру населених пунктів. Такий підхід підвищує кліматичну стійкість і сприяє формуванню комфортного мікроклімату.

Просторово-планувальні рішення мають еволюціонувати від централізованих, застарілих моделей до гнучких, адаптивних, децентралізованих форм. Особливу актуальність набуває розвиток малих енергонезалежних екоспільнот, реновація існуючих сіл на засадах автономності, самозабезпечення та соціальної інтегрованості, що відповідає принципам сталого територіального розвитку.

Освітній та професійний вимір формує засадничу основу для впровадження нових стандартів у сфері архітектури та будівництва. Необхідним є реформування архітектурної освіти з акцентом на екологічну грамотність, інноваційні технології, міждисциплінарність і практикоорієнтованість. Водночас важливим є залучення професійних спільнот до формування нормативної бази, проєктних протоколів і довгострокових стратегій відбудови в умовах кліматичних і соціальних трансформацій.

Висновки. Україна стоїть на порозі переосмислення архітектурної парадигми, що базується на стійкості, екологічності, безпеці та соціальній відповідальності. Зелена архітектура – це відповідь на сучасні виклики клімату, енергетики та соціальних змін, яка враховує взаємодію з природою, економію ресурсів і потреби всіх соціальних груп. Повоєнна відбудова має спиратися на інноваційні, стійкі рішення, де екологічна архітектура створює безпечне, гармонійне і гідне середовище для всіх.

PEDAGOGICAL SCIENCES

ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ В СИСТЕМІ МУЗИЧНОЇ ОСВІТИ: ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА

Гріньова Віталіна Віталіївна,
магістр, викладач вищої категорії
з музично-теоретичних дисциплін
дитячої музичної школи ім. Ф. Ганіцького
м. Кам'янець-Подільський, Україна

Вступ. У сучасному освітньому процесі дедалі більше зростає потреба у впровадженні інтерактивних методів навчання, особливо в галузі музичної освіти, де важливо не лише передати знання, а й розвивати емоційність, креативність, здатність до комунікації та самовираження. Традиційна модель навчання, заснована переважно на репродуктивному підході, вже не відповідає запитам нового покоління учнів. У зв'язку з цим актуальним є переосмислення педагогічних технологій та розширення інструментарію викладача музично-теоретичних дисциплін за рахунок інтерактивних форм і методів роботи.

Мета роботи. Метою даної роботи є теоретичне обґрунтування та аналіз практичного застосування інтерактивних методів навчання в системі музичної освіти, виявлення їхнього впливу на формування музичного мислення, розвиток творчих здібностей учнів та підвищення ефективності навчального процесу.

Матеріали та методи інтерактивної роботи у музичній освіті. Інтерактивне навчання базується на принципах співпраці, діалогу, залученості учня до активного пізнання та емоційного включення у процес. Воно передбачає рівноправну участь усіх учасників навчального процесу у створенні нових знань, що особливо важливо для творчих дисциплін, таких як сольфеджіо та музична література.

Ключовими особливостями інтерактивного навчання є:

- суб'єкт-суб'єктна взаємодія між учнем і вчителем;
- практична спрямованість;
- використання міждисциплінарних зв'язків;
- підтримка інтересу через новизну, гру, проєктну діяльність.

Сучасна музична педагогіка пропонує широкий спектр інтерактивних методів. Серед найбільш ефективних:

- **Музично-рольові ігри** – учні моделюють концертні або творчі ситуації (наприклад, «журі конкурсу», «композитор і виконавець», «диригент і оркестр»).

- **Дидактичні ігри:** словесні («Музичне лото», «Хто швидше?»), слухові («Упізнай інтервал», «Ритмічний диктант»), ритмічні (з використанням тілесної перкусії).

- **Рольові ігри:** імітація творчих ситуацій (наприклад, «Музичне журі», «Інтерв'ю з композитором»).

- **Музичні вікторини:** тематичні конкурси знань, пов'язані з композиторами, жанрами, назвами творів.

- **Колективне аранжування та імпровізація** – дають змогу учням розвивати слух, фантазію, розуміння фактури.

- **Проектне навчання** – створення учнями музичних казок, власних презентацій, міні-досліджень, креативних форм подання теоретичного матеріалу (наприклад, постер, плакат, відеоролик), виконання тематичних міні-концертів. Підготовка тематичних виступів, міні-концертів, презентацій про музичні жанри, стилі, композиторів. Це дає змогу поєднувати музику з літературою, історією, ІТ, розвивати навички командної роботи, самоорганізації й публічного виступу.

- **Дискусії та слухацький аналіз** – обговорення прослуханих творів, порівняння інтерпретацій, вивчення стилістики. Слухання не як пасивне сприймання, а як активна діяльність: учні порівнюють виконання, коментують твір, створюють власну «програму» або придумують візуалізацію до музики.

Наприклад:

- слухання з завданням «намалюй музику»;
- інтерпретаційні батли між варіантами виконання одного твору.
- **Цифрові інструменти** – інтерактивні додатки, віртуальні клавішні, ритмічні тренажери, онлайн-платформи для музичного розвитку.
- **Квести та інтелектуальні ігри:** сюжетні заняття з послідовним виконанням завдань у малих групах.
- **Цифрові ресурси:** платформи Kahoot!, Wordwall, Quizizz, LearningApps дають змогу створювати інтерактивні вправи та тести, що доступні як в класі, так і дистанційно. Сучасні технології відкривають нові можливості: музичні ігри, мобільні додатки для розвитку ритму, слуху, гармонійного мислення (наприклад, Piano Maestro, EarMaster, MusicTheory.net). Онлайн-класи дозволяють проводити заняття з географічно віддаленими учнями, зберігати записи виконання, проводити онлайн-концерти.

Ці методи особливо ефективні в роботі з молодшими учнями, адже поєднують навчання з елементами гри та співтворчості.

Практичне впровадження на уроках теоретичних дисциплін

Сольфеджіо:

- Робота в парах над розпізнаванням інтервалів і акордів з подальшим обговоренням.
- Ігрові вправи на розвиток ритму («ритмічна естафета», «відлуння»), музичні диктанти з варіативними відповідями.
- Використання Kahoot! для тестування знань про тональності, лади, види метрів.

Музична література:

- Вікторини за біографіями композиторів, стилями епох, впізнавання творів за уривками.
- Інтерактивні презентації: учні створюють слайди про композиторів, жанри, інструменти, які потім представляють однокласникам.
- Сюжетні уроки-квести (наприклад, «У пошуках втраченого твору»).

Теорія музики:

- Робота з цифровими вправами на побудову інтервалів, тризвуків, септакордів.
- Групові завдання на розв'язання музично-логічних задач.
- Ігри типу «Збери термін», «Музичне доміно» для повторення термінології.

Результати впровадження. Застосування інтерактивних методів у музичній школі дає позитивні результати:

- учні стають активнішими, ініціативнішими;
- підвищується інтерес до предмета;
- формується вміння слухати й аналізувати музику;
- розвивається вільне володіння інструментом у контексті ансамблю чи імпровізації;
- покращується комунікація у групі, виникає елемент співпереживання та взаємної підтримки
- Підвищення мотивації до навчання: завдяки елементам гри учні з інтересом виконують завдання.
- Розвиток ключових компетентностей: комунікації, самостійності, критичного мислення.
- Формування практичних навичок: слухового аналізу, музичного запису, теоретичного узагальнення.
- Індивідуалізація навчання: інтерактив дозволяє враховувати здібності та темп засвоєння кожного учня.
- Емоційна залученість: позитивна атмосфера, доброзичлива конкуренція та зворотний зв'язок підсилюють засвоєння знань.

Незважаючи на очевидні переваги, інтерактивне навчання потребує:

- **наявність технічного забезпечення** (інтернет, мультимедійна техніка, пристрої для доступу до платформ);
- **попередньої підготовки інтерактивних матеріалів** (тести, квести, картки);

- **визначення** чіткої мети й критеріїв оцінювання для інтерактивного блоку;
- **забезпечення** поєднання ігрової активності з навчальною цілеспрямованістю;
- **професійної підготовки викладача**, який має володіти новими методиками та технологіями;
- **балансу між традиційною та новітньою педагогікою** – важливо не втратити технічну основу й дисципліну;
- **гнучкості** в підходах – адаптації до віку, рівня підготовки та психологічних особливостей учнів.

Висновки. Інтерактивні методи навчання відкривають широкі можливості для творчого викладання музично-теоретичних дисциплін, це не мода, а необхідність сучасної музичної освіти. Вони не лише покращують якість знань а й дозволяють зробити навчальний процес живим, гнучким, особистісно-орієнтованим. Їх впровадження потребує творчості й професійної майстерності від викладача, але результати виправдовують зусилля: учні стають не лише виконавцями, а й активними учасниками музичного життя, мислячими та натхненними особистостями, здатними до співпраці, самовираження та естетичного мислення. Роль викладача при цьому змінюється: він стає фасилітатором, організатором пізнавального діалогу й партнером у процесі музичного відкриття.

Додатки

Додаток 1. Фрагмент Kahoot!-вікторини з музичної літератури (тема: «Життя і творчість Й. С. Баха»)

1. У якому році народився Й. С. Бах?
 - 1685
 - 1675
 - 1695
 - 1705
2. Назвіть жанр твору «Токата і фуга ре мінор»:

- Прелюдія
 - Соната
 - Фуга
 - Ораторія
3. Який інструмент був основним у творчості Баха?
- Скрипка
 - Орган
 - Флейта
 - Клавесин

Додаток 2. Слухова гра «Упізнай інтервал» (урок сольфеджіо, 2 клас)

Форма гри: учням пропонується прослухати інтервали (виконує викладач або аудіозапис), після чого вони мають обрати правильну відповідь із трьох варіантів (виводиться на екран або записано на картках). Приклади інтервалів: чиста прима, мала і велика секунди, чиста квінта, мала і велика терції, чиста кварта, чиста октава.

Додаток 3. Музичний квест «У пошуках втраченого твору» (урок музичної літератури, 5 клас)

Мета: активізувати знання учнів про композиторів, музичні стилі, жанри.

Короткий опис: учні діляться на команди. В кожній команді – набір підказок (фрагменти нот, портрети, опис твору, QR-коди з аудіо). Завдання: визначити, про який твір ідеться, його автора і жанр. У фіналі – слухання повного уривка.

Додаток 4. Зразок вправи у Wordwall (теорія музики, 3 клас)

Назва: «Знайди зайве»

Завдання: серед чотирьох акордів один – побудований неправильно (за структурою або за тональністю). Учень має обрати його й пояснити помилку.

Додаток 5. Відгуки учнів (анонімні анкети):

- «Урок пройшов дуже цікаво. Було весело змагатися з друзями!»
- «Я краще запам'ятала інтервали, бо ми їх слухали і одразу грали в гру».
- «Мені подобаються вікторини, бо можна бачити свій результат і не

боїшся помилитися.»

Додаток 6. посилання до ресурсів:

– Вікторина у Kahoot! (тема «Інтервали»):
[<https://create.kahoot.it/details/5/b9eeb522-b820-4fa5-8d31-ba2f732fd7a2>]

– Wordwall-завдання (тема «Види інтервалів»):
[<https://wordwall.net/ru/resource/57182759/%d0%bc%d1%83%d0%b7%d0%b8%d0%ba%d0%b0/%d1%96%d0%bd%d1%82%d0%b5%d1%80%d0%b2%d0%b0%d0%bb%d0%b8>] – Випускна вікторина: [https://youtu.be/_6tT9axHC3o]

POLITICAL SCIENCES

MODERN CHALLENGES IN THE CIVIL SERVICE: STEPS TOWARD EFFICIENCY IN GEORGIA

Kutsia Veronika

Abstract: This article examines the issues related to ensuring the efficiency of the civil service within the Georgian context, where the need for reform stems from both internal institutional deficiencies and the imperative to align with global standards of governance. The study aims to analyze the current structure of Georgia's civil service, identify existing systemic problems, and evaluate the mechanisms directed toward the modernization of the system.

The first part of the article focuses on the theoretical and normative foundations of civil service efficiency, offering readers an overview of contemporary trends in public administration at the international level. The second part analyzes the structural characteristics and systemic challenges facing Georgia's civil service – including politicization, bureaucratic obstacles, and the insufficient citizen-oriented nature of public services. The third section is devoted to the reforms and innovations undertaken in recent years, such as the implementation of electronic governance, the professional development of civil servants, and the influence of international partnerships. Finally, successful practices from other countries are presented, followed by tailored policy recommendations for Georgia.

The analysis presented in the article demonstrates that formal changes alone cannot ensure systemic improvement. A fundamental reassessment of the values underpinning the civil service is required, along with the strengthening of professional ethics and the introduction of performance-based management. Achieving these objectives necessitates both strong political will and long-term strategic planning, which are essential for rebuilding trust between the public and the

state.

Keywords: Civil service, efficiency, administrative reform, public administration, citizen-oriented policy, systemic challenges, comparative administration, e-governance, public value, depoliticization, human resource management, public services, innovative governance, Georgia's public sector, international practice.

Introduction. The civil service represents one of the fundamental institutional pillars of the state, whose efficiency directly determines the quality of governance, the level of public trust, and the sustainability of the democratic system. In the context of contemporary public administration – understood as a mechanism for exercising state authority – efficiency, transparency, and service orientation of the state apparatus have become decisive factors for successful national development. Within this framework, effective reform of the civil service is viewed not merely as a matter of technical improvement, but as an integral component of broader political, social, and economic transformation.

In Georgia, the civil service sector has been undergoing continuous structural changes for over two decades. Despite several positive steps, there remain critical systemic problems, including politicization, the absence of professional standards, weak institutional mechanisms, and low employee motivation. These challenges not only reduce the effectiveness of governance, but also hinder the formation of a citizen-oriented and equitable public sector.

International experience demonstrates that successful civil service reform is grounded in sustained political will, the consolidation of legal frameworks, the development of human resources, and the effective integration of technological innovations. Additionally, it is essential to establish robust evaluation systems and enhance civil servants' motivation, both of which are vital for improving the quality of public service delivery.

The aim of this article is to analyze the systemic barriers to efficiency in Georgia's civil service, as well as the steps that have been or should be taken in this

direction. Particular emphasis is placed on a comprehensive assessment of modern challenges, an analysis of Georgia's alignment with global trends, and the development of recommendations that can facilitate the transition toward a citizen-oriented, transparent, and professional civil service.

Chapter I. The Significance of the Civil Service and the Theoretical Foundations of Efficiency

In the modern state, the civil service constitutes not only the institutional core of public governance but also an essential pillar for the proper functioning of democratic rule. Through the civil service system, constitutional rights are realized, legally defined services are administered, and public policies are implemented on a daily basis. The civil service is not merely an administrative bureaucracy – it is the mechanism through which the state responds to societal needs and fulfills the expectations of its citizens.

In contemporary public administration theory, the civil service is understood as a functional institution that delineates the boundary between the state as a "legal construct" and the state as a "politically active organism." The civil servant, as a representative of professional bureaucracy, is considered the "face" of the state before the citizen, performing both representative and service-oriented functions.

As Kaufmann (2005) argues, the civil service occupies a central position in the governance system – it ensures the continuity, inclusiveness, and stability of state functions while serving diverse societal groups on an equal basis. It is through the civil service that government decisions are translated into action, thereby constructing an institutional bridge between the state and its citizens.

Moreover, the civil service acts as a bearer of social capital: its stability, predictability, and professionalism directly influence public trust in state institutions. In this regard, civil servants play a crucial role not only as implementers of state policies but also as agents of institutional legitimacy.

Efficiency in the civil service cannot be defined solely in terms of compliance with formal procedures or bureaucratic performance. It is fundamentally tied to a value-based foundation – justice, civic equality, accountability to the public, and

ethical, conscientious service delivery. These principles form the core of what Mark Moore (1995) terms “public value,” a normative concept that links the role of the civil servant with the creation of outcomes that contribute to the collective good of society.

Moore’s framework highlights that public administration cannot be satisfied with mere operational efficiency; it must aim to produce public value – results that reflect society’s core needs and moral priorities. This thinking underpins the theoretical current known as New Public Service (NPS), developed in response to the market-driven principles of New Public Management (NPM). NPS emphasizes the civil servant as a bearer of democratic values, a co-creator of civic interests, and an architect of inclusive governance. In contrast to NPM’s technocratic logic, NPS repositions the public servant as a mediator between state responsibilities and public participation.

Efficiency in the public sector differs substantially from that in the private sector, primarily because it does not adhere to profitability as a guiding metric. Public administration is not driven by price-based logic but by goals rooted in public value and societal welfare. Therefore, measuring the efficiency of the civil service must account for both quantitative indicators and qualitative dimensions such as fairness, inclusiveness, and responsiveness.

According to OECD standards, the key components of efficiency in public governance include:

- **Results orientation** – management processes aligned with measurable goals;
- **Flexibility and innovation** – the capacity to adapt rapidly to change and technological challenges;
- **Transparency and accountability** – institutional frameworks that ensure oversight and integrity;
- **Citizen participation** – mechanisms that enable public involvement in policy co-creation and evaluation.

Additionally, one of the core dimensions in the World Bank's Worldwide Governance Indicators (WGI) is government effectiveness, which encompasses not only the quality of public services but also the state's capacity to formulate and implement policy effectively.

Traditionally, the evaluation of civil service performance relied on bureaucratic indicators: timely documentation, procedural compliance, and administrative accuracy. However, modern approaches prioritize broader metrics, including citizen satisfaction, service accessibility, perceptions of fairness, and adherence to professional standards. Increasingly, developed countries employ Balanced Scorecard systems and 360-degree evaluations, which integrate:

- Internal assessments (self-evaluation and supervisor feedback);
- External evaluations (citizen feedback and independent audits);
- Goal-based metrics (Key Performance Indicators – KPIs).

In Georgia, the Civil Service Bureau has introduced a performance evaluation system that incorporates several of these elements. Nonetheless, empirical studies show that the system often remains overly formalized and fails to generate the in-depth analytical insights necessary to drive motivational outcomes and continuous improvement.

Within the context of Georgia's state development – where the consolidation of democratic institutions and integration with Western governance models constitute strategic priorities – improving the efficiency of the civil service assumes critical importance.

An efficient civil service:

- **Strengthens public trust** in government institutions;
- **Ensures stability** in the implementation of public policy;
- **Establishes equal access** to state services and opportunities.

Structural reform, however, cannot be achieved through legal adjustments alone. It requires a value-based transformation, which includes the promotion of professionalism, the protection of political neutrality, the prioritization of citizen needs, and the active creation of public value.

In conclusion, the civil service extends far beyond its technical-administrative function. It is part of a strategically governed and value-driven system, the efficiency of which determines the state's ability to uphold social justice, promote citizen well-being, and maintain democratic order.

In the Georgian context, understanding the theoretical foundations of civil service and translating them into practice is an indispensable prerequisite for overcoming the systemic challenges that hinder the development of an effective, citizen-oriented model of public governance.

Chapter II. The Civil Service System in Georgia: Structure and Existing Challenges

In Georgia, the civil service is governed by constitutional and special legislative provisions, the most important of which is the Law of Georgia on Civil Service (2015). According to this law, the purpose of the civil service is to establish an efficient, professional, stable, and politically neutral public sector that serves the public interest and ensures the implementation of public policy.

The Georgian civil service model, in practice, is largely based on a classical bureaucratic structure characterized by hierarchical relationships, procedural rigidity, and centralized management. The selection of civil servants formally relies on competitive processes, while career advancement is based on seniority, evaluations, and qualifications. Institutional oversight is exercised by the Civil Service Bureau and internal audit departments of the relevant ministries, although the real influence of these bodies is often limited in scope.

Despite the aforementioned legal framework and organizational design, in practice, civil service management in Georgia still displays fragmented, overly formalized, and politicized features, which significantly hinder the full functionality of a professional public service system.

a) Politicization and Loyalty-Based Systems

Despite the proclaimed principle of political neutrality, civil service appointments and transfers are frequently influenced by political loyalty rather than professional competence. This issue is particularly evident at the level of local self-

government bodies and regional offices, where job security often depends on allegiance to the ruling political force rather than merit.

b) Lack of Stability and High Staff Turnover

A high rate of turnover among civil servants is especially visible in the post-election period, revealing a structural flaw: the civil service is not perceived as an independent or stable professional domain. This has led to the loss of institutional knowledge and skilled personnel, negatively impacting service continuity and administrative memory.

c) Formalization of the Selection Process

Recruitment procedures and evaluations often become formalistic exercises tailored to pre-determined candidates. Reports by the Office of the Public Defender of Georgia have highlighted unequal conditions of appointment, lack of transparency in competitions, and the ineffectiveness of appeal mechanisms, all of which undermine trust in the merit-based system.

d) Low Levels of Motivation Among Civil Servants

Limited opportunities for professional growth, inadequate remuneration, and non-systematic incentive structures hinder the retention of qualified personnel. Although a performance-based evaluation and bonus system was introduced in 2017, remuneration tied to results remains underdeveloped and inconsistently applied across the public sector.

Low Public Trust Toward the Civil Service

Public trust in the civil service remains low, largely due to a lack of transparency, bureaucratic inefficiencies, and uneven quality in public service delivery. Surveys show that most citizens perceive public institutions as unapproachable, ineffective, and frequently politically manipulated.

Weak Functionality of Transparency Mechanisms

Although Georgia's **Law on Freedom of Information** is in force, public institutions often delay responses to information requests or adhere only to a formalistic model of accountability – issuing bureaucratic replies devoid of substantive content.

Inadequate Mechanisms for Citizen Feedback Institutionalized mechanisms for continuous and systemic citizen feedback are virtually nonexistent in Georgia. The standard form of expressing dissatisfaction is still limited to the filing of formal complaints, which does not allow for meaningful or sustainable dialogue between the public sector and the population.

Conclusion of the Chapter

The Georgian civil service continues to search for a stable identity as a professional, trustworthy, and politically neutral institution. Although notable legislative advances have been made to refine the system's legal framework, significant and persistent challenges remain at the level of practical governance. These barriers undermine the improvement of service quality and weaken the credibility of public institutions.

Addressing these challenges requires an integrated approach that connects legal reforms with broader cultural and managerial transformations. The following chapter will explore the practical steps, reforms, and innovative initiatives already taken – or planned – in Georgia, which hold the potential to catalyze positive, system-wide change.

Chapter III. Reforms and Initiatives for Enhancing Efficiency

The process of civil service reform in Georgia began as early as 2004; however, the most comprehensive wave of institutional and legal changes is associated with the 2015 enactment of the **Law of Georgia on Civil Service**. This legislation aimed to establish a professional civil service based on the principles of political neutrality, merit-based recruitment, and fair labor conditions.

The Georgian government formally identified civil service reform as a strategic priority within the framework of the Public Administration Reform Strategy of Georgia (2020–2030). This long-term document outlines four core areas of focus:

- Development of human resources,
- Improvement of public service quality,
- Ensuring transparency and accountability,
- Strengthening policy-making capacities.

The overarching objective of the reform is to establish a transparent, results-oriented, and citizen-centered model of public administration that meets the fundamental standards of democratic governance.

One of the principal challenges facing Georgia's civil service is professional development. Although in 2017 the Civil Service Bureau introduced a performance evaluation system designed to assess both the outcomes and behavioral competencies of civil servants, in practice, this system has struggled to serve as a motivating force. The current system is based on three main forms of evaluation:

- Self-assessment,
- Supervisor evaluation,
- Monitoring the achievement of professional objectives.

In 2020, efforts began to develop a national framework for continuous learning for civil servants. This framework seeks to standardize core skills and competencies, including ethical governance, communication, critical thinking, decision-making, and leadership.

Unfortunately, training accessibility remains limited in Georgia's regions, creating a gap between personnel based in Tbilisi and those in rural or regional offices. Moreover, performance results are not yet systematically integrated into feedback-based management models, limiting their practical utility.

The Role of E-Governance in Improving Efficiency

In Georgia, electronic governance (e-governance) has become a crucial tool for enhancing transparency, accessibility, and efficiency in public service delivery. Since 2010, several key systems have been implemented as part of the digitalization process:

- **my.gov.ge** – a citizen-oriented platform offering a range of online public services,
- **HRMS** – an electronic platform for managing human resources in the civil service,
- **e-Government Gateway** – a data exchange system facilitating inter-agency communication and coordination.

The introduction of these platforms has accelerated service delivery and reduced the risk of corruption. However, challenges remain in terms of citizens' digital literacy and weak systemic coordination across government agencies.

Of particular importance is the need to promote **data-driven management**, which requires not just the existence of digital tools but the analytical use of data in decision-making processes. Without such analytical integration, digital platforms cannot fully realize their transformative potential.

The Role of International Partners

International donors and organizations have played a significant role in supporting Georgia's public administration reforms. The European Union, OECD, UNDP, USAID, and Transparency International – Georgia have provided both technical assistance and performance monitoring through strategic assessments.

For instance, the OECD-SIGMA assessments regularly evaluate Georgia's progress in meeting the core principles of public administration. The 2022 report highlighted several critical areas requiring improvement:

- Political interference in human resource management,
- Weaknesses in strategic planning and policy implementation,
- Limited mechanisms for attracting qualified professionals.

International partners have also contributed to localized innovation through the implementation of rapid results initiatives, funding for training programs, and the expansion of digital solutions in regional service units.

Conclusion of the Chapter

This chapter demonstrates that, despite the persistence of systemic obstacles, Georgia has made meaningful progress in undertaking structural reforms and piloting innovative initiatives in its public administration system. However, the impact of these reforms on improving overall efficiency remains limited, primarily because formal changes often fail to penetrate the system at the level of values and organizational culture.

Maintaining and deepening the progress already achieved requires:

- Refinement of results-based evaluation systems,

- Establishment of equal and accessible environments for professional development,
- Sustainable integration of digital technologies,
- And most importantly, institutional protection of political neutrality.

These prerequisites lay the groundwork for the next chapter, which analyzes successful international practices and identifies lessons Georgia can apply to confirm or improve its alignment with global standards of public administration.

Chapter IV. Successful Practices and International Experience: Lessons for Georgia

Estonia serves as a unique example of how a small country, with limited resources and a post-Soviet legacy, can build a modern, inclusive, and highly efficient civil service. After regaining independence in 1991, Estonia placed strategic emphasis on incorporating digital technologies into its governance systems. This approach led to the creation of the so-called "e-Estonia" model, which involves the full digitalization of administrative services, flexible remote access for citizens, and a data-driven state apparatus capable of operating with precision and minimal bureaucratic drag.

Today, over 99% of public services in Estonia are available online. Citizens can access education records, pay taxes, obtain medical services, and conduct other administrative tasks via the internet using electronic ID cards and the integrated X-Road data exchange platform.

The activities of civil servants are embedded in a digital environment: evaluation, training, administrative supervision, and process monitoring occur in real time. As a result, the need for human mediation has decreased dramatically, along with the risks of corruption.

Of particular significance is Estonia's redefinition of the role of the civil servant – not merely as an administrative executor but as a "digital public servant", whose responsibility includes problem analysis, innovative decision-making, and transparent engagement with citizens.

Estonia's experience underscores that successful reform requires more than just

technological solutions. It depends on:

- Sustained political will,
- Legislative backing,
- An education system oriented toward digital literacy.

The Estonian model is especially relevant to Georgia, as both countries share a post-Soviet administrative legacy, a small-scale public system, and a foreign policy directed toward global integration.

Canada, meanwhile, has undertaken a modernization of state governance that extends beyond technology into deep normative transformation. The Canadian civil service rests upon four democratic pillars:

1. Service delivery tailored to citizen needs,
2. Ethical governance,
3. Promotion of diversity and inclusion,
4. Ongoing evaluation and feedback.

As early as 1995, Canada launched the "Service Canada" initiative, aimed at reshaping public services to align with user expectations. The program streamlined administrative procedures, introduced online services, and created a "single-window" system, meaning that citizens only need to provide their information once, which is then automatically shared across relevant government agencies.

In Canada, citizen satisfaction is a primary measure of civil service effectiveness. Government institutions are required to regularly conduct citizen satisfaction surveys and publish the results. For example, applications for social assistance or pensions must be processed within a specific timeframe (e.g., five business days); otherwise, the agency assumes internal accountability and is compelled to revise its procedures.

Canada also applies an effective evaluation framework known as the "Value-for-Money Audit", which measures how well public expenditures translate into social benefit.

The Canadian experience offers a vital lesson for Georgia: civil service efficiency should not be measured solely in structural or procedural terms but also in

moral and functional dimensions – namely, how well the system contributes to individual well-being and societal justice.

South Korea has developed, over the past decade, an effective public administration model based on the principles of open government and citizen engagement. Its Gov3.0 strategy (2013–2017) focused on strengthening data-based decision-making, improving inter-agency coordination, and institutionalizing citizen participation.

South Korea's civil servant evaluation system is rigorous: individuals are assessed not only on professionalism and ethical standards but also on the quality of their communication with citizens – all of which determine eligibility for promotion and public standing. The country has also implemented some of the world's fastest grievance response mechanisms – in many cases, decisions are issued within 24 hours.

One of Korea's most innovative tools is the Citizen Suggestion Portal, an online platform through which citizens can submit proposals to improve laws, regulations, or public services. By law, the relevant agency must respond to each proposal within 30 days, providing either approval or a reasoned denial.

Key features of the Korean model include:

- A culture of active feedback,
- Decentralized service delivery,
- Integration of innovative tools (including artificial intelligence and Big Data).

Georgia is an official participant in the EU's Eastern Partnership initiative and holds Associated Country status, which implies approximation to the *acquis communautaire*, including reforms in public administration. According to SIGMA assessments, Georgia has demonstrated progress in several areas (e.g., strategic planning), but key issues persist:

- Politicization in human resource management,
- Inefficient institutional structures,
- Underdeveloped data-driven governance practices.

With support from UNDP, Georgia is implementing a reform model that emphasizes gender integration, development of regional services, and the allocation of resources based on socio-economic indicators. However, Georgia's challenge lies not in simply replicating foreign models, but in integrating their underlying values into the domestic context – considering the country's political culture, institutional maturity, and citizens' expectations.

Accordingly, the implementation of international best practices must be adapted thoughtfully to local realities. Without such adaptation, reforms risk remaining superficial – reforms in name but not in substance.

Successful international experiences demonstrate that civil service reform cannot be based solely on technical or legislative changes. It must rest on a system of values, a governance philosophy that centers the citizen, and the principle of systemic coherence.

- **Estonia** shows how a small country can leverage digital resources to build system-wide efficiency.
- **Canada** embodies the philosophy of citizen-centered governance.
- **South Korea** offers a model of innovation, rapid responsiveness, and active citizen participation.
- **European practice**, meanwhile, presents a complex mix of legal, structural, and normative frameworks.

For Georgia, adopting these models means:

- Building a politically independent civil service,
- Developing long-term strategic thinking,
- Strengthening innovative and citizen-oriented governance systems.

Conclusion. The civil service is one of the principal pillars of a democratic state. It fulfills both administrative and value-based functions: it ensures the continuity of public services, promotes legality, and represents the face of the state before its citizens. In contemporary governance systems, the role of the civil service goes far beyond its functional-administrative mandate – it has become the primary mechanism of interaction between the state and society. Consequently, the efficiency

of the civil service directly affects not only the quality of governance but also political stability, economic development, and social justice.

In Georgia, the development of the civil service remains a complex and multifaceted task requiring the alignment of institutional, legal, and cultural reforms. Despite the adoption of numerous legislative changes and strategic documents (such as the *Public Administration Reform Strategy 2020–2030*), in practice, the civil service has yet to be fully established as a professional, sustainable, and politically independent system.

This research has identified several core systemic challenges:

- Politicization and staffing instability, which undermine the neutrality of the civil service;
- Formalized and ineffective selection procedures, which weaken the consolidation of professional standards;
- Weaknesses in evaluation and incentive mechanisms, which demotivate personnel and hinder professional growth;
- Underdeveloped channels for citizen feedback and unequal access to public services, which erode public trust in the system.

While various reforms have been implemented in response – including performance evaluations, the introduction of e-governance tools, and professional development programs – these initiatives often fail to achieve system-wide impact due to insufficient institutional coherence and a lack of cultural support for reform.

International experience – including Estonia’s digital model, Canada’s citizen-focused system, South Korea’s innovative and rapid-response management, and the EU’s value-driven frameworks – demonstrates that successful public governance is built upon a system of values, where citizens are not merely service recipients but co-creators in the policymaking and implementation process.

At the same time, Georgia cannot simply replicate these models mechanically. What is required is the development of culturally adapted approaches grounded in the local context, which means:

- Transparent, results-based reform of civil servant evaluation and career

advancement systems;

- Strengthening of citizen feedback mechanisms in service delivery centers;
- Expansion of access to public services in regional and rural areas;
- And most importantly, rebuilding public trust in governance based not just on technical improvements, but on the principles of justice and professionalism.

The success of civil service reform depends on political will, a stable strategic vision, and institutional independence. Without freeing the civil service from political interference and clientelism, it will not be possible to build an effective, fair, and citizen-centered system.

Based on the analysis presented in this article, we propose the following recommendations for both policy implementation and further academic inquiry:

Recommendations

1. **Improve Civil Servant Recruitment and Promotion Systems** It is essential to fully depoliticize recruitment and implement a merit-based selection system. Evaluation criteria should be measurable, transparent, and reinforced through mechanisms that incorporate regular feedback.

2. **Strengthen Data-Driven Management** Strategic planning and performance evaluation systems should be grounded in the analysis of reliable data. Key Performance Indicators (KPIs) must be developed and publicized to ensure transparency and accountability in policy implementation.

3. **Ensure Equal Access to Public Services and Strengthen Regional Integration** Reinforcing regional service delivery, supporting local self-governments, and expanding access to digital platforms are crucial to guaranteeing equal service provision for all citizens, regardless of location.

4. **Promote Continuous Professional Development for Civil Servants** Training programs should become mandatory, phased, and skills-oriented. Cooperation with universities and international organizations is essential for developing relevant standards and curricula.

5. **Develop Institutional Mechanisms for Citizen Participation** Citizens

must be provided with structured opportunities to engage in the planning and evaluation of public policy – including public consultations, digital platforms, petition systems, and structured feedback forums.

In conclusion, civil service reform in Georgia is not merely a technical or administrative challenge – it constitutes the core of a political and societal transformation. Its success will determine the long-term resilience of public institutions, the well-being of citizens, and the prospects for democratic development. Therefore, in future policy and academic discourse, the civil service must be viewed not only as an operational component of governance but as the foundation of a just and responsible state.

REFERENCES

1. Bourgon, J. (2011). *A New Synthesis of Public Administration: Serving in the 21st Century*. McGill-Queen's University Press.
2. Civil Service Bureau of Georgia. (2023). *Annual Report*. Tbilisi: Civil Service Bureau.
3. Denhardt, J. V., & Denhardt, R. B. (2007). *The New Public Service: Serving, Not Steering* (2nd ed.). M.E. Sharpe.
4. European Commission. (2020). *Public Administration Reform Strategy of Georgia 2020–2030*. Tbilisi: Government of Georgia. Fukuyama, F. (2013). What Is Governance? *Governance*, 26(3), 347–368. <https://doi.org/10.1111/gove.12035>
5. Kalvet, T. (2012). Innovation: A Factor Explaining E-Government Success in Estonia. *Electronic Government*, 9(2), 142–157. <https://doi.org/10.1504/EG.2012.046762>
6. Kaufmann, D. (2005). *Myths and Realities of Governance and Corruption*. World Bank Institute. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/8992>
7. Kim, P. S. (2010). Public Administration in South Korea: Performance, Reforms, and Challenges. *International Review of Administrative Sciences*, 76(2), 311–336. <https://doi.org/10.1177/0020852310368262>
8. Moore, M. H. (1995). *Creating Public Value: Strategic Management in Government*. Harvard University Press.
9. OECD. (2020). *Government at a Glance 2020*. Paris: OECD Publishing.

<https://doi.org/10.1787/68936b50-en>

10. OECD/SIGMA. (2022). *Assessment Report: Principles of Public Administration – Georgia*. Paris: OECD Publishing. <https://www.sigmaweb.org>

11. Office of the Public Defender of Georgia. (2022). *Report on the Politicization of the Civil Service in Georgia*. Tbilisi. Peters, B. G. (2010). *The Politics of Bureaucracy: An Introduction to Comparative Public Administration* (6th ed.). Routledge.

12. Pollitt, C., & Bouckaert, G. (2017). *Public Management Reform: A Comparative Analysis – Into the Age of Austerity* (4th ed.). Oxford University Press.

13. Transparency International Georgia. (2022). *E-Governance in Georgia: Achievements and Remaining Challenges*. Tbilisi.

14. UNDP Georgia. (2023). *Review of Civil Service Reform and Human Resource Development*. Tbilisi: United Nations Development Programme.

15. World Bank. (2022). *Worldwide Governance Indicators (WGI)*. <https://info.worldbank.org/governance/wgi/>

PHILOLOGICAL SCIENCES

ПРОБЛЕМАТИКА ТА МЕТОДОЛОГІЯ ПЕРЕКЛАДУ АНГЛОМОВНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ЛЕКСИКИ В УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ ТА СУЧАСНИХ КОНФЛІКТІВ

Край Христина Святославівна

асистент

Чернівецька національний університет імені Юрія Федьковича
м. Чернівці, Україна

Вступ. Військова лексика становить особливий сегмент лінгвістичної системи, який формується під впливом специфіки військової сфери та відзначається високим рівнем термінологічної насиченості, функціонально-стилістичної маркованості та контекстуальної варіативності. Як складова спеціалізованої підмови, вона виконує не лише номінативну, а й когнітивну, прагматичну та ідеологічну функції, відображаючи ментальні структури, стратегічні настанови та культурно-історичні пріоритети певної мовної спільноти. У добу глобалізації, коли інформаційні війни, гібридні конфлікти та багатонаціональні операції стали невід'ємною частиною світової безпекової архітектури, переклад військової термінології виходить за межі суто лінгвістичного завдання. Він перетворюється на ключовий інструмент стратегічної комунікації, міжкультурного діалогу та дипломатичної взаємодії. Точність і послідовність трансляції військових понять набувають надзвичайного значення, адже навіть незначна семантична похибка або стилістичне викривлення можуть спричинити непорозуміння з критичними наслідками. Високоякісний переклад військової лексики вимагає не лише ґрунтового володіння мовними засобами, а й системного розуміння контексту, у якому функціонують терміни, з урахуванням політичних, культурних та ідеологічних чинників [3]. У такому контексті перекладач виступає не лише як

посередник між мовами, а як аналітик, культурний інтерпретатор і відповідальний учасник комунікативного процесу, що має безпосередній вплив на точність переданої інформації та ефективність міжнародної взаємодії в умовах збройних конфліктів.

Мета роботи. Виявлення лінгвістичних і перекладацьких особливостей англомовної військової лексики та розробка методологічних рекомендацій, спрямованих на збереження семантичної точності і стилістичної адекватності перекладу оригінального тексту.

Матеріали та методи. Дослідження базується на корпусному аналізі військових текстів англійською та українською мовами, що включає офіційні документи, медіа-аналітичні матеріали та спеціалізовану наукову літературу. У роботі застосовано семантичний і контекстуальний аналіз, а також порівняльний метод для виявлення лексичних відповідників і варіативності перекладу. Приклади взято з практики перекладу, що слугує підґрунтям для формулювання теоретичних висновків.

Результати та обговорення. Результати дослідження свідчать про те, що при перекладі військової лексики слід особливо враховувати кілька ключових аспектів. По-перше, це полісемія військових термінів. Терміни в цій сфері часто мають багатозначність і змінюють семантичне навантаження залежно від контексту. Наприклад, слово *operation* може означати як загальну операцію, так і спеціальну військову операцію [1]. Перекладач зобов'язаний враховувати контекст, щоб зберегти точність інформації, застосовуючи у перекладі відповідно «операція» або «бойова операція». По-друге, важливим є врахування культурних особливостей. Деякі терміни містять глибокі культурні конотації, які необхідно адекватно трансформувати. Так, поняття *chain of command* (буквально – «ланцюг командування») [5] у вітчизняній військовій традиції передається як «система підпорядкування», що відображає організаційну структуру і дисциплінарні відносини. По-третє, у практиці перекладу ефективними виявляються різноманітні адаптаційні прийоми, спрямовані на збереження інформативності й точності [2]. До них належать транслітерація

(наприклад, IED), пояснювальні вставки або використання аналогів із додатковими коментарями, що дозволяють зберегти зрозумілість і достовірність тексту.

Нижче наведено приклади перекладів з їх детальним аналізом:

1. *The operation was conducted under strict secrecy to avoid enemy detection* – Операція проводилася під суворою таємністю, щоб уникнути виявлення ворогом. Термін *operation* передано як «операція», що відповідає військовому контексту, а не як узагальнене «дія». Збережено офіційно-діловий стиль, характерний для військових текстів.

2. *The chain of command must be strictly followed during combat* – Під час бою необхідно суворо дотримуватися системи підпорядкування. Застосовано описовий переклад замість буквального «ланцюг командування», що краще передає зміст із урахуванням культурного контексту.

3. *IEDs pose a significant threat to ground troops in conflict zones* – Саморобні вибухові пристрої (IED) становлять значну загрозу для наземних військ у зонах конфлікту. Використано транслітерацію IED з поясненням у дужках для збереження точності терміна та забезпечення розуміння читачем.

4. *The unit was ordered to hold the perimeter until reinforcements arrived* – Підрозділ отримав наказ утримувати периметр до прибуття підкріплення. Фразеологізм *hold the perimeter*, що означає утримання позиції, перекладено адекватно і природно для військового стилю.

5. *Rules of engagement define when and how force may be used* – Правила застосування сили визначають, коли і як можна використовувати зброю. Термін *rules of engagement* перекладено усталеним військовим відповідником «правила застосування сили».

6. *The reconnaissance team gathered vital intelligence behind enemy lines* – Розвідувальна група збрала важливі розвіддані на території ворога. Термін *reconnaissance* перекладено як «розвідка», а словосполучення *behind enemy lines* – як «на території ворога», що відповідає військовому жаргону [4].

Таким чином, забезпечення високої якості перекладу військової лексики

вимагає комплексного підходу з урахуванням семантичної багатозначності, культурних особливостей і адаптаційних стратегій, що забезпечують збереження змісту та стилістичної відповідності оригіналу.

Висновки. Переклад військової лексики становить складний міждисциплінарний процес, що вимагає від перекладача не лише високого рівня лінгвістичної компетентності, а й глибокого розуміння специфіки військової термінології, тактичного контексту та культурно-історичних особливостей мовних спільнот. Недостатнє врахування цих чинників призводить до семантичних викривлень та інформаційних втрат, що у військовому дискурсі може мати критичні наслідки. Застосування адаптаційних стратегій сприяє забезпеченню лексичної точності, стилістичної адекватності та когерентності перекладу. Таким чином, якісний переклад військової лексики виступає ключовим чинником ефективної міжкультурної комунікації і підтримки оперативного взаєморозуміння у сфері міжнародної безпеки та оборони.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тур Р. О. Англomовна термінологія військової сфери на позначення техніки та озброєння і проблеми перекладу українською мовою. Факультет іноземної філології. Запоріжжя, 2024. с. 26-32
2. Пуш О. М., Гасюк Н. В. Особливості перекладу військової термінології. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Сер.: Філологія. 2022 №58. с. 306-307
3. Baker, M. (2018). In Other Words: A Coursebook on Translation. 3rd Edition. London: Routledge.
4. Makurina I. Yu. War text. translation teaching strategies. LINGUA MOBILIS. 2015, H1 (52) C. 137-140.
5. Musurmanova Sakhnoza. (2022). FUNCTIONAL AND SEMANTIC ANALYSES OF MILITARY TERMS: Array. *European Journal of Humanities and Educational Advancements*, 3(8), 132–134.

ECONOMIC SCIENCES

STRATEGIC HUMAN RESOURCE MANAGEMENT AS A KEY TO SUSTAINABLE BUSINESS DEVELOPMENT IN CONDITIONS OF INSTABILITY

Bieliaieva Nataliia,
PhD, Associate Professor
State University of Trade and Economics
Kyiv, Ukraine

Introduction. In the current climate of political, economic, and social instability in Ukraine, businesses face multifaceted and often unpredictable challenges. These include not only internal pressures such as organizational restructuring and workforce shortages but also external threats like the full-scale military conflict, global economic volatility, inflation, demographic shifts, and the rapid advancement of digital technologies. The confluence of these factors has fundamentally transformed the labor market, increasing demand for agile, innovative, and resilient human resource (HR) strategies. As a result, the role of human resource management (HRM) has expanded beyond operational personnel functions to a more comprehensive, strategic dimension that is closely integrated with overall business planning and risk management.

The human factor is now widely recognized as a critical determinant of organizational success and sustainability. Employees are not just resources but strategic partners who contribute directly to a company's innovation, productivity, and adaptability. Therefore, effective HRM must evolve to focus not only on recruitment and retention but also on strategic workforce planning, engagement, leadership development, and organizational culture [1, p. 95]. Amid this shift, Strategic Human Resource Management (SHRM) emerges as a discipline aimed at aligning HR policies and practices with long-term organizational goals, especially in

turbulent times.

This paper explores the relevance and transformative potential of SHRM in the Ukrainian context and beyond. It addresses the key components of SHRM, including workforce planning, employee engagement, HR analytics, technological innovations, and the development of soft skills, as mechanisms for ensuring organizational resilience. Additionally, the paper highlights how strategic leadership and employee-centric culture can enhance SHRM outcomes. As Ukrainian enterprises seek to navigate the current crisis and prepare for future growth, SHRM presents itself not as a luxury but a necessity for long-term competitiveness and sustainability.

Aim. The primary aim of this research is to examine the theoretical foundations, practical applications, and transformative impact of Strategic Human Resource Management in the context of contemporary business challenges, particularly within Ukraine's volatile environment. The paper aims to illustrate how SHRM serves as a proactive framework for aligning organizational objectives with human capital potential and how its core components can be leveraged to build resilient, adaptive, and high-performing organizations.

Materials and Methods. This study is based on a qualitative methodological framework that includes a comprehensive literature review, policy analysis, and case study examination. Data were collected from academic journals, official statistical databases, government policy documents, corporate reports, and industry white papers published between 2018 and 2024. Special attention was given to post-2022 studies reflecting the HRM challenges and innovations that emerged in response to the war in Ukraine and its socio-economic consequences.

The literature review focused on identifying contemporary trends in SHRM [2; 3], with an emphasis on employee engagement [4], workforce planning, HR analytics and digital HRM tools [5]. Sources include both Ukrainian and international publications to ensure a holistic understanding of SHRM principles and their global and local applicability.

Comparative case studies of Ukrainian companies and multinational corporations operating in high-risk regions were used to analyze best practices and

common obstacles in implementing SHRM. These case studies were selected based on industry relevance, size (small, medium, large enterprises), and their reported use of strategic HR practices.

The study also adopted a thematic content analysis approach to synthesize qualitative findings and identify recurring patterns, success factors, and critical gaps. The methodology supports a systemic exploration of how strategic HR policies are formulated and implemented across diverse organizational contexts.

Results and Discussion. The findings of the study underscore that SHRM is not only relevant but essential for businesses operating in unstable environments. Companies that invest in long-term workforce planning, engagement strategies, digital tools, and employee development exhibit greater organizational resilience and agility.

Human Resource Planning: Workforce planning is foundational to SHRM. It allows companies to align their future talent needs with strategic objectives. Organizations that conduct regular workforce assessments and scenario-based planning are better equipped to anticipate disruptions and respond proactively. For example, some Ukrainian tech firms adopted flexible staffing models, combining full-time, part-time, and freelance workforces to maintain operational continuity during wartime disruptions.

Employee Engagement: High engagement correlates with increased productivity, innovation, and employee retention. Organizations that foster trust, transparency, and inclusive decision-making report lower turnover and higher morale [3, P. 60-61]. Especially in crisis conditions, frequent communication, employee recognition programs, and psychosocial support are crucial for maintaining engagement. Companies that enabled remote work early and supported work-life balance initiatives demonstrated higher resilience.

HR Analytics: Data-driven HRM has become a game changer. Through predictive analytics, companies can anticipate talent shortages, evaluate training effectiveness, and measure engagement levels. For example, by analyzing exit interviews and satisfaction surveys, a pharmaceutical firm in Lviv identified burnout

trends and implemented targeted interventions, resulting in a 20% reduction in attrition over six months.

Technological Innovation: Digital platforms, AI-powered recruitment tools, and cloud-based HR systems are enhancing the efficiency and responsiveness of HR departments. These tools enable real-time tracking of employee performance, automate administrative tasks, and support data integration across departments [5]. In the Ukrainian banking sector, automation reduced hiring time by 35%, freeing HR specialists to focus on strategic initiatives.

Soft Skills and Leadership: In high-pressure environments, emotional intelligence, adaptability, and collaboration skills become critical. Companies that invest in leadership development and soft skills training report higher levels of innovation and team cohesion [4, P. 161-162]. Soft skills also support change management processes and contribute to psychological resilience.

Conclusions. The study concludes that SHRM is a cornerstone of organizational sustainability in conditions of uncertainty and change. Effective SHRM involves the integration of workforce planning, employee engagement, HR analytics, technological tools, and leadership development into a unified strategy aligned with the organization's mission and long-term vision.

Ukrainian enterprises, in particular, have demonstrated remarkable adaptability in adopting strategic HR practices amid crisis conditions. Their experience offers valuable lessons for businesses worldwide operating in volatile environments. Notably, those organizations that prioritize human capital as a strategic asset and actively invest in its development are better positioned to weather crises and capitalize on future opportunities.

Future research should explore quantitative evaluations of SHRM outcomes, the role of government policies in supporting strategic HR initiatives, and the long-term impacts of war-induced HR transformations. Practical recommendations include expanding access to digital HR tools, enhancing data literacy among HR professionals, and fostering a culture of continuous learning.

In summary, SHRM represents a strategic imperative for organizations striving

not only to survive but to thrive in today's complex and ever-changing business landscape.

REFERENCES

1. Arefiev, S. (2024). Economic sustainability of the enterprise in an unstable environment of the green economy. *Моделювання та прогнозування економічних процесів*, 1(1), 94-96.
2. Kim, S., Vaiman, V., & Sanders, K. (2022). Strategic human resource management in the era of environmental disruptions. *Human Resource Management*, 61(3), 283-293.
3. Mitsakis, F. (2023). Strategic human resource development in times of business and economic uncertainty: the case of Greek banks. *European Journal of Training and Development*, 47(1/2), 58-84.
4. Tasavori, M., Eftekhar, N., Elyasi, G. M., & Zaefarian, R. (2022). Human resource capabilities in uncertain environments. In *International HRM in an Uncertain World* (pp. 153-179). Routledge.
5. Sova, O., Bieliaieva, N., Antypenko, N., Drozd, N. (2023). Impact of artificial intelligence and digital HRM on the resource consumption within sustainable development perspective, E3S Web of Conferences (International Conference on Sustainable, Circular Management and Environmental Engineering (ISCMEE 2023)), Vol. 408, 01006. DOI <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340801006>

MANAGEMENT AND ORGANIZATIONS

Biliseishvili Tatia

Assistant-professor

Georgian National University Georgia, Tbilisi

Abstract: This paper explores the intricate relationship between management and organizations, highlighting the fundamental principles, structures, and dynamics that shape effective managerial practices. By analyzing core management functions—planning, organizing, leading, and controlling – the study delves into how these processes contribute to organizational efficiency and sustainability. Furthermore, the paper emphasizes the importance of adapting management styles to evolving organizational needs, considering contemporary challenges such as globalization, digitalization, and workforce diversity. Drawing from both classical theories and modern approaches, the article aims to provide a comprehensive understanding of the organizational context in which management operates.

Keywords: Management, organization, leadership, planning, structure, strategy, organizational behavior, corporate culture.

Introduction. Management is one of the cornerstones of any organized activity. Whether in private enterprise, public institutions, or non-profit organizations, effective management ensures the achievement of goals, the efficient use of resources, and the development of human capital. Organizations, on the other hand, are structured social systems designed to pursue collective objectives. The interdependence between management and organizations forms the basis of operational success, innovation, and long-term sustainability.

This paper aims to explore the key concepts and practices that define the relationship between management and organizations. It also examines how internal and external factors influence managerial decisions, organizational structure, and strategic direction. By understanding these dynamics, managers and leaders can build resilient institutions capable of thriving in today's complex and competitive

environment.

Core Functions of Management in Organizational Contexts

Planning

Planning is the initial step in the managerial process, involving the setting of goals and the development of strategies to achieve them. Effective planning requires the identification of organizational priorities, environmental analysis (e.g., SWOT or PESTEL), and the formulation of detailed action plans. Strategic planning aligns long-term objectives with the mission and vision of the organization, while operational planning ensures day-to-day activities are structured and purposeful.

Organizing

Organizing refers to structuring the internal framework of the organization to optimize efficiency and effectiveness. This involves the allocation of tasks, the establishment of authority relationships, and the coordination of resources. Organizational structures – such as functional, divisional, matrix, or flat-significantly affect communication flow, decision-making processes, and employee behavior. A well-designed structure supports adaptability, accountability, and performance.

Leading

Leadership is the human-centric function of management, focused on influencing people to achieve organizational goals. Effective leaders inspire, motivate, and guide employees through vision, communication, and interpersonal skills. Modern leadership theories – including transformational, transactional, and servant leadership – emphasize the importance of emotional intelligence, ethical behavior, and cultural sensitivity. Leadership is especially critical in managing change, fostering innovation, and building organizational culture.

Controlling

The control function ensures that organizational activities are aligned with established plans and objectives. This involves setting performance standards, measuring actual results, and implementing corrective actions when necessary. Control mechanisms include financial audits, performance evaluations, quality assurance systems, and risk management practices. An effective control system

enables continuous improvement and organizational learning.

Organizational Structures and Their Impact on Management

An organization's structure defines how roles, responsibilities, and authority are distributed. Classical theories (e.g., Max Weber's bureaucracy, Henri Fayol's administrative principles) laid the groundwork for understanding formal structures, while modern theories emphasize agility, decentralization, and network-based models.

Hierarchical Structures

Traditional hierarchical organizations are characterized by clear chains of command and formalized roles. This model supports stability and standardization but may hinder innovation and responsiveness.

Flat and Agile Organizations

Contemporary organizations are increasingly adopting flatter structures with fewer managerial layers. This fosters faster decision-making, encourages employee autonomy, and supports collaborative cultures. Agile structures are particularly effective in dynamic industries such as technology and creative services.

Matrix and Hybrid Models

Matrix structures combine functional and project-based elements, enabling cross-functional collaboration. However, they also introduce complexity in reporting relationships and require strong coordination mechanisms.

Organizational Culture and Its Influence on Management

Organizational culture refers to the shared values, beliefs, norms, and practices that shape the social and psychological environment of a workplace. It is often described as "the way things are done" within an organization and profoundly affects managerial behavior, employee engagement, and overall organizational effectiveness.

A strong organizational culture provides clarity, direction, and identity to its members. It reinforces desired behaviors and supports alignment between individual goals and organizational objectives. Leaders play a critical role in cultivating and maintaining this culture through their actions, communication, and decision-making.

There are several types of organizational cultures, such as hierarchical, clan,

adhocracy, and market cultures, each influencing how management operates. For instance, a hierarchical culture emphasizes control, procedures, and stability, which may enhance efficiency but limit creativity. In contrast, an adhocracy culture promotes innovation, risk-taking, and flexibility – traits vital for industries experiencing rapid technological change.

Management decisions – from strategic planning to conflict resolution – are influenced by cultural expectations. In multicultural organizations, managing subcultures becomes equally important to ensure cohesion. Cultural misalignment can lead to resistance, low morale, and turnover, underscoring the importance of continuous cultural assessment.

Additionally, culture shapes the ethical framework within which decisions are made. Organizations with strong ethical cultures are more likely to build trust with stakeholders and avoid reputational risks. Hence, modern managers must not only execute tasks but also act as stewards of culture – fostering environments of integrity, inclusion, and innovation.

Management Challenges in Modern Organizations

Globalization and Cross-Cultural Management

The expansion of markets and supply chains across borders demands that managers develop cross-cultural competencies. Understanding different cultural norms, legal environments, and consumer behaviors is crucial for global strategy implementation. Misalignment in communication or expectations can lead to operational inefficiencies or ethical missteps.

Technological Advancements and Digital Transformation

The rise of artificial intelligence, automation, and big data has reshaped managerial responsibilities. Managers must now incorporate digital tools in decision-making, monitor cybersecurity risks, and lead virtual teams. While technology can increase productivity, it also requires rethinking job roles and retraining employees to remain competitive.

Organizational Change and Innovation

Resistance to change remains a persistent barrier in organizations. Managers

must not only initiate transformation processes but also engage employees emotionally and cognitively in the change journey. Innovation management involves balancing the need for stability with the drive for creative disruption, often requiring the redesign of processes and leadership mindsets.

Talent Management and Workforce Diversity

Attracting, retaining, and developing talent is central to organizational success. A diverse workforce brings unique perspectives and enhances innovation, but it also requires inclusive leadership. Managers must address unconscious bias, promote equity, and foster psychological safety to unlock employee potential.

Ethical and Sustainable Management

Societal expectations increasingly demand ethical conduct and environmental responsibility. Corporate social responsibility (CSR) and Environmental, Social, and Governance (ESG) frameworks now influence strategic decisions. Managers are expected to balance profitability with long-term sustainability and stakeholder interests.

Conclusion

Management and organizations are inseparable components of modern economic and social systems. Effective management provides the strategic direction, structural alignment, and leadership necessary to achieve organizational goals. In an era of rapid change and heightened expectations, managers must evolve beyond traditional roles and embrace adaptability, innovation, and ethical responsibility.

Organizations that invest in developing resilient management practices are better equipped to face challenges, seize opportunities, and ensure sustainable growth. As such, understanding the dynamic interplay between management and organizational structures is critical for scholars, practitioners, and future leaders alike.

REFERENCES

1. Ahmed, A. et al. (2003). A conceptual framework for risk analysis in concurrent engineering. *Proceedings of the 17th International Conference on Production Research*, Virginia, USA.

2. Acharya, V. V., & Viswanathan, S. (2011). Leverage, moral hazard, and liquidity. *Journal of Finance*, 66, 91–138.
3. Brown, K. C., Harlow, W. V., & Starks, L. T. (1996). Of tournaments and temptations: An analysis of managerial incentives in the mutual fund industry. *Journal of Finance*, forthcoming.
4. Culp, C., & Miller, M. H. (1995). Hedging in the theory of corporate finance: A reply to our critics. *Journal of Applied Corporate Finance*, 8(Spring), 121-127.
5. Jacobs, M. Jr. (2018). The validation of machine-learning models for the stress testing of credit risk. *Journal of Risk Management in Financial Institutions*, 11, 218–243.
6. National Bank of Georgia. (n.d.). Retrieved from <https://nbg.gov.ge/en>
7. Power, M. (2004). *6th P D Leake Lecture at Chartered Accountants' Hall*, London.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN FISCAL POLICY UNDER THE DIGITAL TRANSFORMATIONS IN UKRAINE

Hrebenozhko Ruslan,

PhD student

Department of Finance

Hryhorii Skovorods University in Pereiaslav,

Pereiaslav, Ukraine

Introductions. Modern globalisation processes in any country's economy are impossible without the large-scale use of digital tools. Like many other countries, Ukraine has chosen the vector of digital development of the economy. There are various approaches to defining the branch of economic activity that is the flagship of the digital transformation of the economy. These can be central banks and banking systems, systems for distributing budget allocations, or fiscal policy bodies.

Fiscal policy is an effective tool for regulating economic processes. It is closely involved with various segments of the population, collecting tax revenues and redistributing resources. Since Ukraine is characterised by significant bureaucratic barriers, a high level of corruption, and shadow economies, its high-quality economic development is threatened without high-quality digital transparency.

Aim. This study analyses the role of innovative technologies in Ukraine's fiscal policy and their impact on the digital transformation of the economy as a whole.

The study's objectives are to identify satisfaction with the pace and methods of introducing innovative technologies in fiscal policy among different users of digital budgetary policy instruments and to establish the strengths and weaknesses of the impact of innovative technologies in budgetary policy on Ukraine's digital transformation.

Materials and methods. A cross-sectional study aims to understand and describe the prevalence of specific characteristics, behaviours, or conditions in a selected population or set with a characteristic. The study is usually conducted by surveys, interviews, or observations, with the results recorded at a single point or by recording participants' opinions or health status over time [1; 2]. Because this type of

study simultaneously studies a wide range of people, cross-sectional studies provide valuable information about the relationships between variables of interest and their distribution in different groups [3].

Results and discussion. Innovative technologies, such as blockchain, artificial intelligence, big data, and various electronic platforms, not only significantly improve the quality indicators of the functioning of fiscal policy instruments, increase the transparency of financial flows in the state, but also raise the authority of state policy in the field of finance for both citizens of Ukraine and foreign partners. Ukraine has chosen an approach to the digital transformation of the economy through the leadership of fiscal instruments due to the importance of the effectiveness of the budgetary policy and the gradual bringing of other sectors of the economy to the intended levels of digitalisation. This approach is logical and justified, given that all participants in economic processes are in direct contact with the fiscal service.

The current level of economic development is determined by the level of development of individual regions, industries, and enterprises. Development is often associated with structural changes. Foster-McGregor (2021) notes that structural modifications are currently impossible without digital tools. Lukianukhin et al. (2024) emphasise the importance of such structural changes for the Ukrainian economy [4] and Frankenberger et al. (2019) for international business [5].

This study is beneficial for estimating the prevalence of diseases, behaviours, or attitudes and identifying patterns or associations between different factors the study will examine.

The following groups of respondents were selected for this study. The first respondents are entrepreneurs and individuals who independently determine their professional activities. The choice of this group of respondents is because they often independently deal with issues of simplified accounting and independently work with digital tools in the framework of communication with the fiscal service authorities; that is, they are direct users of the digital tools studied in this study. The second group of respondents are ordinary taxpayers whose activities are unrelated to the

financial system, that is, those who occasionally encounter digital fiscal policy instruments and can objectively assess the dynamics of their development.

The expected results of the study are to establish the level of digitalisation of Ukraine's fiscal policy based on the survey results and summarise the recommendations given by representatives of various groups of users of economic digital instruments for further improvement.

The digitalisation of fiscal authorities in Ukraine has become a key driver of economic development, increasing the country's competitiveness and, therefore, developing the digitalisation of the economy as a whole. Digital tools allow for a transparent dialogue between business and the state, automate routine processes, and reduce the risk of untimely receipt of information.

Based on the study's results, problems in the field of special education of students of higher educational institutions studying in economic specialties are outlined, and prospects for expanding the level of digital skills of the older population and specialists in various fields are considered. The proposals of respondents regarding the prospects for the development of Ukraine's digital economy are also studied.

Based on the study's results, respondents index digitalisation in the tax and customs spheres at a sufficient level (3.3), in the sphere of business and finance at an adequate level (2.8), and in the sphere of digitalisation of the state and prospects at a high level (4.3 and 3.6, respectively).

Conclusions. The digitalisation of business and finance in Ukraine is not a fashionable trend but a strategic necessity.

The integration of digital tools helps to increase the efficiency of all sectors of the economy. It gives hope for high development rates of the Ukrainian economy both during and after the war. However, to achieve a high level of digitalisation, a systemic approach is needed, including effective instruments of state regulation, changes in the higher and postgraduate education system, and infrastructure improvement.

REFERENCES:

1. Ikeda Y, Iyetomi H, Mizuno T, editors. Big Data Analysis on Global Community Formation and Isolation: Sustainability and Flow of Commodities, Money, and Humans [Internet]. Singapore: Springer Singapore; 2021 [cited 2024 Dec 23]. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/978-981-15-4944-1>
2. Reva M, Demchenko Y. The Role of Online Psychological Testing in a Learning Process: The Ukrainian Case. *E-Learning Innovations Journal*. 2024 Mar 25;2(1):23–40.
3. Fiorito L, Scheall S, Suprinyak CE. Research in the History of Economic Thought and Methodology: Including a Symposium on the work of François Perroux. Leeds: Emerald Group Publishing; 2022. 256 p.
4. Lukianykhin V, Skorokhod I, Vidomenko O, Zhuzhukina N, Redko K. Analyzing the Challenges of Diversifying the Future Economy of Ukraine. *Futurity Economics&Law*. 2024 Mar 19;125–43.
5. Leal Filho W, Borges de Brito PR, Frankenberger F, editors. International Business, Trade and Institutional Sustainability. 1st ed. 2020. Cham: Springer; 2020. 1714 p. (World Sustainability Series).

DEVELOPMENT OF SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES UNDER CONDITIONS OF CRISIS AND ECONOMIC INSTABILITY IN UKRAINE

Klimenko Mykola Oleksandrovyh

PhD student

National technical university of Ukraine

Igor Sikorsky Kiev polytechnic institute

Introduction: This paper explores the theoretical and practical foundations for the development of small and medium-sized enterprises (SMEs) under the conditions of crisis and economic instability. It has been established that over the past two decades, the structure of Ukraine's national economy has undergone significant transformations, resulting in the formation of medium-sized businesses primarily through newly established enterprises founded after Ukraine gained independence.

It is substantiated that, given the substantial role of medium-sized enterprises in job creation, the implementation of innovative technologies, and the overall economic growth, an analysis of their sectoral structure is a critical tool for determining priorities in economic policy and infrastructure development. The conducted analysis of the sectoral distribution of medium-sized enterprises indicates a dominant share of the food industry in their overall structure.

Key barriers: Hindering the development of small enterprises under the current conditions of economic instability and crisis in Ukraine have been identified.

Aim. The aim of this study is to provide a scientific rationale for the development pathways of small and medium-sized enterprises (SMEs) under conditions of crisis phenomena and economic instability. To achieve this goal, several objectives have been set: to justify the relevance of the study, to analyze the current state of SMEs in Ukraine with a focus on their sectoral structure, to identify the key factors hindering entrepreneurial activity under current conditions, and to determine strategic directions for supporting and stimulating SMEs in the context of

overcoming crisis-related challenges.

Materials and Methods. The study is based on a variety of sources, including scholarly publications, analytical reports, and official statistical data, namely:

- Yudina O., Zinchenko H., Zhydyk A., Tovt Yu. Innovative Development of Small and Medium-Sized Enterprises. Scientific journal Modeling the Development of the Economic Systems. 2024. No. 3, pp. 46–49;

- Fedorchuk V. Terra incognita of the Ukrainian Economy: Four Conclusions from the SME Study by the Institute for Economic Research. URL: <https://surl.li/picxeo>;

- Official statistical data published on the website of the State Statistics Service of Ukraine. 2023. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/12/Dsvsmm_22.pdf;

- Materials of the Ministry of Economy of Ukraine, including the SME Development Strategy. URL: <https://me.gov.ua/News/Detail?lang=ukUA&id=161fb74b-c8ad-4cc5-b7ed-645962eb2e28&title=StrategiiaRozvitkuMSB>.

A set of general scientific and specialized methods was applied in the research, including:

- Theoretical analysis – to systematize scholarly approaches to the study of small and medium-sized business (entrepreneurship);

- Statistical analysis – to process quantitative data collected from official sources;

- Comparative analysis – to identify differences and common features in the development of SMEs across sectors;

- Systems approach – to comprehensively understand the factors influencing the functioning and development prospects of SMEs in conditions of economic instability.

Results and Discussion. According to data from the State Statistics Service of Ukraine, the number of small and medium-sized enterprises (SMEs) in 2022 amounted to 1.7 million units, which represents an 11.4% decrease compared to 2021. It should be noted that these figures do not account for enterprises located in

temporarily occupied territories. The ongoing military conflict has highlighted a relatively higher level of resilience among medium-sized enterprises compared to businesses of other sizes. As of the end of 2022, the SME sector employed 6.1 million people, accounting for 82% of the total number of employees in business entities. A 2003 study by the Institute for Economic Research revealed that the majority of enterprises at that time (88% of respondents) were formed as a result of the privatization of former state-owned enterprises. Over the past two decades, the structure of the Ukrainian economy has undergone significant changes: contemporary medium-sized enterprises are primarily formed on the basis of newly established firms created during the period of Ukraine's independence.

The sectoral distribution of medium-sized enterprises is a key indicator for analyzing the structure of the national economy. Sectoral specialization reflects the level of development of individual economic sectors and their contribution to national production. Given the role of SMEs in ensuring employment, fostering technological innovation, and promoting economic development, analyzing their sectoral structure helps to define economic policy priorities and guide infrastructure development. Such analysis makes it possible to identify sectoral trends, pinpoint strengths and weaknesses, and develop effective development strategies.

According to the compiled statistical data, the largest share of medium-sized enterprises is concentrated in the food industry – 33%. This highlights the significant role of this sector in Ukraine's economy, driven by strong domestic demand for food products and the need for stable production to satisfy both internal market needs and export opportunities. Another substantial portion – 31% – falls under the category of "Other manufacturing", which includes diverse production facilities not classified into specific industry sectors. Additionally, enterprises in the textile, apparel, and footwear industries account for 9%, indicating the importance of these sectors, supported by domestic consumer demand and the relatively competitive cost of labor.

Smaller shares are represented by the chemical industry (6%) and wood processing industry (5%), both of which hold strategic importance for infrastructure development and meeting the production needs of other sectors. Meanwhile,

relatively low shares in the printing and machine-building industries (4% each) may indicate existing challenges or underdevelopment within these sectors.

The sectoral analysis of medium-sized enterprises demonstrates the dominance of the food industry in the national economic structure, serving as a critical factor for economic stability and development. The substantial proportion of businesses in the "Other manufacturing" category reflects the adaptability and diversification of SMEs in the face of current economic challenges. Although the chemical and wood-processing sectors remain small, their strategic importance for meeting production and infrastructure needs cannot be underestimated. At the same time, the machine-building and printing sectors require additional attention to stimulate their growth and modernization. The sectoral distribution of medium-sized enterprises allows for an assessment of the development level of individual sectors and facilitates forecasting of potential directions for investment and improvements in the business climate in Ukraine. Short-term assessments of business activity have shown improvement: the Business Expectations Index (BEI) in October 2024 approached a neutral level – 49.4 – and remained at that level in April 2025 (a slight decrease from 51.8 in March 2025). These positive expectations were shaped by forecasts of international financial support, increased consumer demand, stability in the energy sector, sufficient product supply, and favorable weather conditions.

At the same time, several negative factors had a dampening effect, including intensified shelling of port infrastructure, threats of further attacks on energy facilities, rising costs related to energy systems, labor, and logistics, increased fuel excise taxes, a shortage of qualified personnel, and inflationary pressures. Businesses surveyed by the State Statistics Service noted improvements in forecasts related to turnover, procurement of goods for resale, production volumes, construction activity, and product (service) orders. However, all respondents expected an increase in prices (tariffs) for their own goods and services, correlating with the rising pace of input costs. The labor market remains strained, with most enterprises anticipating a reduction in workforce, particularly in industry and construction, while the decline is expected to be slower in trade and services. As of early 2025, the main barriers to the

development of small entrepreneurship have been identified as: low demand for products, loss of tax benefits, limited investment resources, difficulties in accessing credit, changes in accounting and tax legislation, the necessity to maintain inventory and warehouse accounting, as well as expectations of rising production costs and declining product quality.

Conclusions. One of the key factors constraining the growth of small enterprises is the risk of losing access to the simplified taxation system (i.e., the single tax on income), which may, in turn, trigger increased scrutiny from regulatory authorities and lead to higher administrative burdens and operational costs. For medium-sized enterprises, effective interaction with local authorities, tax administrations, and customs services is of primary importance. In contrast, cooperation with law enforcement agencies and regional administrations is perceived as less critical, while engagement with central government authorities is considered to be of the lowest significance for this category of business. To ensure viability and competitiveness in a volatile economic environment, small and medium-sized enterprises (SMEs) should focus on several strategic directions, including:

- enhancing the efficiency of available resource utilization;
- adapting business models to changing market conditions;
- actively seeking alternative sources of financing, including crowdfunding and partnership-based investments;
- implementing innovative technologies to optimize costs and strengthen competitive market positions.

Promising avenues for further academic research include the development of new tools aimed at mitigating financial risks associated with investing in SMEs. Such tools should include the improvement of tax policy, the advancement of lending mechanisms, and targeted support for startups. Collectively, these measures will contribute to the formation of a resilient economic system capable of withstanding global crisis-related challenges.

PRODUCTION PLANNING IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION AND THE SPREAD OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Shenderivska Lina,

PhD in Economics, associate professor

Pogrebniak Artem,

student

National Technical University of Ukraine

“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” Kyiv, Ukraine

Introduction. In a dynamic economic environment, planning is the main tool for strategic management and ensuring the competitiveness of an enterprise. Modern trends in production development, including digitalization, market volatility, and the constant updating of consumer demands, place new demands on the flexibility and adaptability of planning. Therefore, creating an effective production expansion planning system is a key factor in achieving sustainable development. And a significant contribution is made by AI, which helps to quickly analyze information and offer flexible solutions that can be adjusted and adapted by management.

Aim. To provide relevant recommendations for improving production planning in the context of digitalization and the spread of artificial intelligence.

Materials and methods. The study was conducted using primary and secondary sources of information and expert opinions. A content analysis was carried out to determine the current planning tasks in the context of digitalization. Using the methods of observation and comparison, recommendations for improving the quality of marketing communications are substantiated. Based on the results of using the methods of analysis and synthesis, the STAFE prompting framework is proposed.

Results and discussion. Planning in production activities serves to coordinate the goals, resources, and actions of an enterprise. Its main characteristics are consistency, continuity, flexibility, accuracy and focus on the end result. According to R. Akoff, effective planning is impossible without the participation of all levels of management, which ensures not only vertical but also horizontal coherence of the organization's goals [1]. Staff participation in planning helps to increase motivation

and involvement, which are prerequisites for implementing ambitious development strategies.

Adaptation to external changes is of particular importance in the planning system. In particular, planning should take into account the cyclical nature of the economy, fluctuations in demand, technological changes, and social transformations. To do this, it is necessary to apply modern approaches, including elements of strategic forecasting, scenario analysis and modeling of alternative scenarios. In this context, the analysis of risk factors plays a significant role, allowing to formulate flexible production development strategies taking into account possible crisis situations.

The expansion of production is directly related to the renewal of the product range. According to the approaches of modern management, product renewal is a response to changing market needs, the emergence of innovative technologies and increased competition. Modernization of existing products and launch of new solutions allows the company to maintain the product life cycle, increase customer loyalty and increase market share. Product renewal is one of the key areas of implementation of the Industry 4.0 concept, which involves the use of innovations as a source of growth and development [2].

As part of the expansion strategy, it is also important to consider the development of new markets. This allows the company to diversify its revenue sources, reduce dependence on one market segment and create new sales channels. To successfully enter new markets, it is necessary to conduct a detailed analysis of the environment, study cultural, legal, and economic barriers, and adapt products to local characteristics. There are several entry strategies: exports, joint ventures, and direct investment. The choice of the model depends on the company's financial capabilities, risk level, and strategic goals. The company's competitive advantage is formed not only by internal resources but also by the ability to integrate into a new market environment faster and more efficiently than competitors [3].

According to the analysis, the most common ways of developing new markets are:

— insourcing, when a local manufacturer fulfills orders that will be sold under the brand of another manufacturer. Such cooperation usually takes place due to the effective price-quality ratio of the insourcing company.

— services, manufacturing of auxiliary products by a local company to which an international company exports its products. In this way, the international company saves on logistics and gains competitive advantages due to the efficiency of production/supply. For example, this approach is relevant for the publishing and printing business, when a foreign publishing house can print a circulation of a publication, for example, for distribution in Ukraine, in a local printing house. Or a foreign manufacturer can order the printing of promotional products in the country to which it exports goods.

Successful development of new markets requires high quality marketing communications, taking into account the capabilities of such communication channels:

1. Website. The main tasks of the website are to provide quick access to up-to-date information, be intuitive and easy to find information, and provide quick communication to clarify necessary issues. It is necessary to have an English-language version of the site, to fill the site with up-to-date information, to provide the amount and type of information that consumers need and does not violate the company's commercial secrets (if possible, to publish prices or place an online calculator). An appropriate solution is to ensure two-way communication through the website, namely, correspondence, chatbot. A progressive solution is also to allow users to place orders through the website and pay for them.

It is advisable to place a link to the recommended multifunctional AI on the website that can efficiently search and process information, provide summaries, for example, on the types of products, well-known brands of the company's customers, recommendations on how to choose the product that best meets the user's needs, etc.

2. Mobile application. This is a relevant digital tool for interaction between the manufacturer and the consumer, which simplifies business processes as much as possible, provides a new quality of communication and the ability to collect large

amounts of data for the purpose of constantly studying consumer needs and continuous business improvement. It allows you to avoid telephone communications, get a high level of service, fast feedback and track the status of order fulfillment. Companies that invest in the development and implementation of a corporate mobile application have significant competitive advantages.

3. Social networks. The primary requirement for social media is omnichannel. That is, in order to disseminate information, it is necessary to cover all social networks that are popular among the company's consumers, as well as to ensure the integrity of the information field by systematically integrating the company's messages in various social networks. Content about the company for different social networks should be consistent with the format of the network and the characteristics of the target audience. To maximize the effectiveness of SMM, it is advisable to apply an experimental approach, which is the primary basis for innovative development. Companies can generate content on their own, use the services of creative/marketing agencies, or apply AI. It is advisable to use auto-posting (Buffer, Post Planner, Later and others). These services allow you to develop content with an AI assistant, publish posts at the time scheduled by the user, and track media metrics.

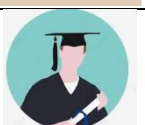
In general, AI is a promising tool for business information support in general and production planning in particular. Before developing a plan, it is necessary to make a forecast.

Forecasting is a field of knowledge that requires specialist competencies in special methods, substantial information support, and market research. And AI has a significant advantage in solving this set of tasks, saving time for data collection and processing, and application of labor-intensive forecasting methods. At the same time, AI becomes a tutor for the user, as the latter can achieve more efficient interaction with AI by clarifying the prompt.

Different approaches are used to formulate an effective prompt, such as the RACE (Role, Action, Context, Execute) template [4], TRACE, TAG, etc. Given that AI does not always give a reliable result, we propose to include a request for expert response in the prompt and use the STAFE prompting framework (Table 1).

Table 1

STAFE prompting framework

S		Subject
T		Essence of the task
A		Addressee / Purpose
F		Format
E		Expertise

Source: developed by the authors

Let's analyze the components of the STAFE prompting framework:

1) **Subject** – define the role in which AI should respond. For example, as a marketer, project manager, CEO, etc;

2) **The essence of the task** – clearly define the task you set for AI. For example, to analyze data and suggest ways to improve the efficiency of the enterprise or to create a promotional video that conveys specific company values;

3) **Addressee/ Purpose** – specify the target audience/purpose. For example: analytics is needed to present a report or to create a mailing list for a lay audience, etc. Understanding the target audience helps AI to focus the task properly;

4) **Format** – specify the format of your request: infographics, tabular format; providing ideas for new areas of activity in the form of a list with a concise justification for each idea; analyzing the quality of online content in the form of a list of advantages and disadvantages, or systematized by thematic areas;

5) **Expertise** – request AI to use reliable sources of information/indicate the sources of information used by the AI to answer the user's request.

An example of using the STAFE prompting framework in the context of solving a specific task is presented in Table 2.

Table 2**Example of application of the STAFE prompting framework**

Template component	Example of filling
Subject	Imagine you are a journalist
Essence of the task	Suggest ideas for launching a series of programs that are of great social importance in Ukraine. These can be programs for psychological support of the population and others.
Addressee/Purpose	Ideas are needed to create a useful project – a cycle of programs – and get a grant to finance it.
Format	Present your ideas in a list format. For each idea: describe its content, justify its relevance, and name which grant programs can finance the implementation of this program cycle.
Expertise	Use as sources of information the mediometric indicators of similar programs covering socially important topics, information on programs funded by grant resources. Provide a list of information sources used to complete the task.

Source: compiled by the authors

As the analysis has shown, the expertness of the answer obtained with the help of AI is achieved/verified by writing the relevant query in the prompt, asking clarifying questions, cross-checking, using other AIs, and searching for additional sources. However, to achieve the most effective result of interaction with AI, a high level of user expertise is required. Therefore, it is advisable to give preference to Human-AI collaboration models.

In the era of digitalization, companies, depending on the scale of their operations, test various solutions for production planning and other business tasks. For micro and small businesses, it is the use of CRM and AI, while medium and large businesses are more active in using complex solutions, namely ERP systems with built-in AI. The use of ERP systems allows automating key business processes, integrating data into a single information platform, and ensuring transparency of management decisions. ERP systems help to improve planning accuracy, optimize costs, and shorten production cycles. According to a Deloitte study, companies that implement digital planning systems have higher resource efficiency, fewer losses, and better adaptability to market changes [5]. Thus, technological modernization of the planning process is one of the priorities for modern business.

Resource management is an equally important aspect of production expansion planning. The plan should ensure the optimal use of material, labor and financial resources, taking into account possible market fluctuations. The lack of balance between resources and production volumes leads to inefficiency, delays and cost overruns. That is why the principle of balance is one of the key principles in the formation of long-term development plans for an enterprise.

Conclusions. Effective production planning requires a comprehensive approach that includes strategic vision, digital transformation, innovation in product policy, analysis of market opportunities, and human resources. The rapid spread of AI is encouraging companies to use this multifunctional universal tool more and more. Such an integrated model allows businesses not only to adapt to changes but also to formulate their own leadership strategy in the face of global competition.

REFERENCES

1. Ackoff R. L. A Concept of Corporate Planning. New York: Wiley, 1970.
2. Yanovych S., Shenderivska L. P. Development of Industry 4.0 in different countries. *Business, Innovation, Management: Problems and Prospects*: Collection of abstracts of the III International Scientific and Practical Conference (Kyiv, December 08, 2022). Kyiv, 2022. Pp. 124-125. URL: <https://confmanagement-proc.kpi.ua/article/view/271879> (Accessed 27 May 2025).
3. Porter M. E. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. Free Press, 2008.
4. Ozturk A. Another Prompting Framework: RACE (Role, Action, Context, Execute). URL: <https://surl.li/tlvueq> (Accessed 02 June 2025).
5. Deloitte. ERP Trends Report 2023. URL: <https://www.deloitte.com/ua/uk.html> (Accessed 09 May 2025). *The study was supported by Guangzhou International Sister City Universities Alliance.*

ІНСТИТУЦІЙНІ ЗАСАДИ ЕФЕКТИВНОЇ ПОЛІТИКИ ПІІ У ПОСТКОНФЛІКТНИЙ ПЕРІОД: КЕЙС РУАНДИ

Грамотнєв Віталій Едуардович

к.е.н., докторант

Київський національний економічний університет

імені Вадима Гетьмана

м. Київ, Україна

Вступ. Успішне післявоєнне економічне відновлення неможливе без ефективної політики залучення іноземного капіталу, що інтегрується у ширший процес трансформації держави. У випадку Руанди ця політика формувалася на тлі глибокої соціальної травми, спричиненої геноцидом 1994 року та багаторічною громадянською війною. Втрата майже мільйона життів, масова еміграція та розпад інституцій вимагали не лише гуманітарної реакції, а й структурного оновлення економічної та управлінської систем. За умов гострої нестачі внутрішніх ресурсів, саме іноземні інвестиції мали стати джерелом не лише капіталу, а й модернізації.

На відміну від низки інших країн, що залишилися на межі між відновленням і рецидивом насильства, Руанда змогла перетворити політику ПІІ на керований і поступовий процес із чіткими умовами, прозорими стимулами та інституційною підтримкою. Реформа законодавства, формування спеціалізованих агентств підтримки інвестора, селективний підхід до надання пільг і зосередженість на внутрішній інтеграції дозволили уникнути класичних пасток постконфліктного інвестування – від соціальної ізоляції до розбалансування ринку. У підсумку іноземні інвестиції в Руанді стали не лише інструментом економічного зростання, а й засобом зміцнення соціальної стабільності, довіри до інститутів та довгострокової стійкості розвитку.

Мета роботи. Виявлення чинників ефективності політики залучення та стимулювання іноземних інвестицій у постконфліктний період на прикладі Руанди як одного з небагатьох успішних кейсів цілісної економічної трансформації після збройного конфлікту. Особливу увагу приділено аналізу

того, як інституційна послідовність, прозора селективність та орієнтація на внутрішню інтеграцію дозволили перетворити іноземні інвестиції на інструмент не лише економічного зростання, а й довгострокової стабільності та соціальної консолідації.

Матеріали та методи. Аналітична база дослідження сформована на перетині кількох дисциплін – політичної економії, інституційної теорії та порівняльного правознавства. Ключовою методологічною рамкою виступає оцінка взаємозв'язку між стабілізацією державних інститутів і трансформацією режиму залучення іноземного капіталу. У фокусі – не лише зміст і динаміка законодавчих актів про інвестиції (зокрема редакції 2005, 2015 і 2021 років), а й механізми практичної реалізації політики через інституції Rwanda Investment Promotion Agency (RIPA) і Rwanda Development Board (RDB). Статистичні дані, оприлюднені Національним банком Руанди та міжнародними фінансовими організаціями, дозволяють зіставити декларативні цілі політики із фактичними результатами. Особлива увага приділяється якості нормативного середовища, логіці адаптації до постконфліктних викликів і рівню структурної інтегрованості ПП у національну економіку.

Результати та обговорення. Уже на ранньому етапі економічної стабілізації Руанда розпочала формування інституційної інфраструктури для підтримки інвесторів. У 1998 році набув чинності перший інвестиційний закон, яким було створено Агентство сприяння інвестиціям (RIPA) [1]. У 2005 році було ухвалено новий Закон № 26/2005, що вперше заклав повноцінну правову рамку для стимулювання ПП – із визначенням понять, реєстраційних процедур, пільг і гарантій [2].

У 2008 році відбулося інституційне укрупнення: на основі RIPA та ще кількох структур створено єдиний орган – Руандійську раду з розвитку (RDB), що запровадила ефективну модель «єдиного вікна» [3].

Нові редакції інвестиційного закону у 2015 і 2021 роках зафіксували перехід до складнішої, селективної моделі: пільги почали надаватися за умови інтеграції у національну економіку, операційної присутності та належності до

пріоритетних секторів [4]. У 2021 році впроваджено трирівневу систему ставок Corporate Income Tax (CIT) (0%, 3%, 15%) з деталізованими критеріями щодо структури компанії, управлінських функцій та локалізації. Податковий стимул перестав бути просто інструментом залучення капіталу – він став механізмом відбору якісних і структурно інтегрованих інвесторів.

Аналогічна еволюція відбулася в секторальній політиці. Від загального переліку галузей у 2005 році держава перейшла до глибоко диференційованої моделі з виокремленням не лише секторів, а й підсекторів і видів діяльності-зокрема в ІТ, виробництві, логістиці та креативних індустріях. Стимули, зокрема податкові канікули або прискорена амортизація, прив'язувалися до інвестиційної вартості, типу активу та функціонального внеску в національний розвиток. У результаті секторна політика перетворилася з декларативної на інструмент стратегічного вибору, що забезпечував цільову спрямованість ПІІ у рамках постконфліктного відновлення.

Уже від початку постконфліктного періоду держава орієнтувала інвестиційну політику на розвиток інформаційно-комунікаційних технологій та фінансового сектору, які стали основними напрямками залучення ПІІ у 2000-2010-х роках. Згодом структура інвестицій диверсифікувалася: зросли обсяги вкладень у виробництво, енергетику, сільське господарство, логістику, креативні індустрії та сферу послуг. Такий перехід до багатосекторальної моделі сприяв не лише підвищенню ефективності ПІІ, а й активному створенню робочих місць, що, у свою чергу, посилило інклюзивність економіки.

Показник кількості нових робочих місць, створених на кожен мільйон доларів залучених прямих іноземних інвестицій, є одним із ключових індикаторів інтенсивності та ефективності використання іноземного капіталу в національній економіці. У цьому вимірі, згідно з даними за 2022 рік, Руанда демонструє один із найвищих рівнів інтенсифікації іноземного інвестування серед країн Східної Африки: 1,9 робочих місця у виробництві, 0,4 – у будівництві, 0,5 – у сфері послуг; загалом – 2,8 робочих місця на кожен мільйон доларів. Це суттєво перевищує середньорегіональний показник (2,2), а також

аналогічні значення в Уганді (1,4), Південному Судані (1,2), Бурунді (2,0) та Танзанії (2,1). Відтак, така структура інвестування свідчить не лише про масштабування капіталу, а й про його глибшу інтеграцію в економіку та потенціал для формування інклюзивного ринку праці [5].

Одним із поширених ризиків інвестування у постконфліктних країнах є соціальна напруженість, спричинена експропріацією земель. У Руанді цього вдалося значною мірою уникнути завдяки прозорому та організованому механізму компенсації. За даними дослідження, проведеного у восьми округах, 69 % опитаних отримали компенсацію вчасно, а 56 % – надбавку за затримку [6, с. 29]. Загалом 74,4 % респондентів схвалили чинне законодавство, 72,2 % – процедури оцінки майна, 55 % – якість компенсацій. Такий підхід допоміг уникнути радикалізації та зміцнив легітимність інвестиційної політики в очах місцевого населення.

Політика стимулювання прямих іноземних інвестицій у Руанді, яка поєднала інтенсифікацію капіталу, інклюзивне зростання та контроль над потенційно конфліктогенними ефектами, сприяла зниженню внутрішньої напруги та зміцненню політичної легітимності. Із середини 2000-х років, коли ПШ стали системним чинником економіки, індикатори Fragile States Index демонструють стабільне зменшення соціальної та політичної вразливості. У 2006 році загальне значення індексу становило 92,9 бали (категорія Alert), тоді як у 2024 році – 81,8 (категорія High Warning) [7]. Це свідчить про зростання інституційної спроможності держави, здатність управляти наслідками конфлікту та розширювати економічну й соціальну інтеграцію.

Висновки. Досвід Руанди є одним із небагатьох прикладів, коли політика залучення іноземного капіталу не лише забезпечила зростання обсягів ПШ, а й була органічно інтегрована в широку стратегію постконфліктного відновлення. Успіх цієї моделі був зумовлений поетапністю реформ, зваженістю регуляторних рішень і відмовою як від поспішної лібералізації, так і від надмірного протекціонізму. Інституційна еволюція – від створення RIPA до формування RDB – надала інвесторам стабільне правове поле, прозорі правила

та функціональну інфраструктуру підтримки.

Особливу роль відіграла селективність стимулів: пільги надавалися не автоматично, а за умови реальної присутності, створення робочих місць і локальної інтеграції. Такий підхід сприяв не лише зростанню ПІІ як макроекономічного показника, а й зміцненню формального сектору, підтримці середнього класу та інклюзивності ринку праці. Успішне управління потенційно конфліктогенними аспектами – зокрема щодо землі та доступу до праці – також стало важливим чинником підтримки довіри до державної політики.

Усе це дозволило розглядати ПІІ не лише як ресурс розвитку, а як механізм зміцнення політичної стійкості. Динаміка Fragile States Index засвідчує зниження вразливості Руанди упродовж останніх двох десятиліть, що підтверджує здатність такої моделі інтегрувати зовнішній капітал без дестабілізуючих наслідків.

ЛІТЕРАТУРА

1. U. S. Department of State. (2005). 2005 Investment Climate Statement – Rwanda. <https://2001-2009.state.gov/e/eeb/ifd/2005/42425.htm>
2. Rwanda. (2005, December 17). Law No. 26/2005 of 17 December 2005 relating to investment and export promotion and facilitation. Official Gazette of the Republic of Rwanda, gazette issue dated 15 March 2006 (No. 6). <https://archive.gazettes.africa/archive/rw/2006/rw-government-gazette-dated-2006-03-15-no-6.pdf>
3. Japan International Cooperation Agency. (2017, June). Data collection survey on investment promotion in the Republic of Rwanda (Project on Supporting Investment Promotion in Africa). KRI International Corp.; Ernst & Young Sustainability Co. Ltd. https://www.jica.go.jp/Resource/rwanda/english/activities/c8h0vm00004cf0b8-att/data_collection_survey_rw.pdf
4. Rwanda. (2015). Law No. 06/2015 of 28/03/2015 relating to investment promotion and facilitation: Official Gazette, No. Special of 27/05/2015. [https://rdw.rw/wp-content/uploads/publications/Investment%20Promotion%20Law%](https://rdw.rw/wp-content/uploads/publications/Investment%20Promotion%20Law%20)

202015%20(Investment%20code)).pdf

5. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2024). Sustainable investment policy perspectives of the East African Community. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/169f3378-en>

6. Norwegian People's Aid & Rwanda Civil Society Platform. (2017). Analysis of land expropriation and transfer process in Rwanda: Final report (42 pp.). Retrieved from http://www.rcsprwanda.org/IMG/pdf/report_on_land.pdf

7. Fund for Peace. (2024). Fragile States Index – Data and Rankings. URL: <https://fragilestatesindex.org/>

АНАЛІЗ ТОВАРНОЇ СТРУКТУРИ ЕКСПОРТУ УКРАЇНИ В АЗЕРБАЙДЖАН

Лимар Валерія Валеріївна,

д.е.н., доцент

Сафаров Ульві Абузер огли,

аспірант

Донецький національний університет імені Василя Стуса
м. Вінниця, Україна

Вступ. Аналіз двосторонньої торгівлі між Україною та Азербайджаном є важливим інструментом для глибшого розуміння економічної взаємодії двох стратегічно важливих держав пострадянського простору, що мають значний потенціал для зміцнення взаємовигідних партнерських відносин. У контексті сучасних геополітичних викликів, зростання економічної нестабільності та пошуку нових зовнішньоекономічних орієнтирів, оцінка торговельної динаміки між цими країнами набуває особливої актуальності.

Мета – аналіз експорту України в Азербайджан.

Матеріали та методи. Матеріалами дослідження є статистична інформація Державної служби статистики України, зокрема географічна та товарна структура зовнішньої торгівлі України.

У процесі дослідження було використано такі наукові методи: теоретичного узагальнення (для обґрунтування важливості дослідження двосторонньої торгівлі між Україною та Азербайджаном); аналізу та синтезу (для аналізу статистичних даних щодо географії експорту-імпорту між Україною та Азербайджаном); логічного узагальнення результатів (розробки шляхів потенційно можливого збільшення експорту України в Азербайджан та формулювання висновків).

Результати та обговорення. Зовнішньоекономічні відносини України та Азербайджану варто розглядати в розрізі зовнішньої торгівлі товарами та послугами, а також інвестиційної діяльності. Важливими показниками аналізу зовнішньої торгівлі України та Азербайджану є індикатори безпеки зовнішньої

торгівлі.

Позитивною тенденцією характеризується експорт України в Азербайджан у 2023-2024 рр.: він зріс з 196257,7 у 2023 р. до 216902,1 тис. дол. США у 2024 р. Цей процес є результатом як внутрішньої адаптації економіки України до умов повномасштабної війни, так і зовнішнього попиту на конкурентоспроможні українські товари. Науковий аналіз структури експорту дозволяє виявити основні товарні групи, що сприяли нарощенню двосторонньої торгівлі, а також визначити ключові чинники, які забезпечили позитивну динаміку експортної активності на азербайджанському напрямку [1].

Провідне місце у структурі експорту України до Азербайджану у зазначений період займала продовольча продукція, зокрема м'ясо та їстівні субпродукти. За даними відкритих джерел, лише у 2024 році обсяг експорту м'яса становив близько \$55 млн, що відображає значний попит на українську продукцію тваринництва на азербайджанському ринку. Значний внесок також зробили кондитерські вироби, крупи, борошно та какао-продукція, які забезпечили розширення присутності України в сегменті готових харчових продуктів.

Іншою важливою категорією стала молочна продукція, зокрема вершкове масло та сири. За статистикою профільних галузевих порталів, у 2024 році Азербайджан входив до десятки найбільших імпортерів українського вершкового масла, що свідчить про зростання довіри до якості українських молочних товарів [2]. Системна робота українських агроекспортерів на ринках Кавказького регіону сприяла зростанню частки цих товарів у загальному обсязі поставок.

Значний внесок у зростання експорту забезпечила і металургійна продукція. Вироби з чорних металів, зокрема сталеві напівфабрикати, прокат та труби, традиційно становлять вагому частку українського експорту. Попит на таку продукцію в Азербайджані обумовлений реалізацією інфраструктурних та енергетичних проектів у постконфліктний період, а також розвитком будівельного сектору країни.

Окрему увагу заслуговує експорт машин, обладнання та електротехнічної продукції. У 2023–2024 роках спостерігалось зростання поставок кабельної продукції, електроустаткування, а також елементів промислового обладнання. За даними аналітичних оглядів, загалом продукція машинобудування становила близько 8 % у загальному обсязі українського експорту, що свідчить про поступове просування України до більш технологічного типу зовнішньоекономічної спеціалізації.

Доповненням до провідних експортних категорій стали цукор, паперова продукція, полімери та насіння олійних культур, які забезпечили розширення спектра експортної пропозиції. Таким чином, експорт до Азербайджану у 2023-2024 роках характеризувався не лише кількісним зростанням, а й поступовою диверсифікацією.

Висновки. Узагальнюючи, варто зазначити, що позитивна динаміка експорту України до Азербайджану у 2023–2024 роках є наслідком поєднання декількох чинників: конкурентоспроможності українських аграрних та харчових товарів, стабільного попиту на металургійну продукцію, поступового розвитку машинобудівного експорту та ефективного використання логістичних маршрутів. Ці процеси свідчать про стійкість українського експортного потенціалу навіть в умовах військового стану та підтверджують стратегічну важливість ринку Азербайджану для національного експорту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Товарна структура зовнішньої торгівлі України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2025/zd/tsztt/arh_tsztt2025_u.html (дата звернення: 27.06.2025).

2. Костюк Т. О. Азербайджано-українські відносини: сучасний стан та шляхи зміцнення економічної безпеки сільського господарства. *Економічна наука*. 2017. № 1. С. 70–73.

ПОСЛУГА ЯК ЕКОНОМІЧНА КАТЕГОРІЯ

Фастовець Наталія Валеріївна,

к.н.з держ. упр., доцент

Пугачова Таїсія Віталіївна,

студентка

Київський національний університет технологій та дизайну

м. Київ, Україна

Вступ. Послуги відіграють важливу роль в економіці, оскільки вони забезпечують ключову підтримку усім сферам господарської діяльності, сприяють зростанню зайнятості, генерують додану вартість та формують значну частину валового внутрішнього продукту. Саме сфера послуг виступає основою розвитку економіки, де пріоритет надається нематеріальним активам, інформаційним технологіям, комунікаціям і знанням. У сучасних умовах послуги також забезпечують гнучкість та адаптивність економіки до змін на глобальному ринку, зокрема через цифровізацію, інновації, розвиток клієнтських сервісів та зростання ролі креативних індустрій. Крім того, сфера послуг формує інфраструктуру суспільного добробуту – охорону здоров'я, освіту, транспорт, фінанси, соціальне забезпечення – і саме через послуги реалізується соціально–економічна політика держави.

Ключові слова: Послуга, економічна категорія, нематеріальне благо, ринок послуг, споживча вартість, цивільно-правове регулювання, GATS.

Метою роботи є висвітлення сутності послуги як економічної категорії, розкриття її специфічних характеристик, обґрунтування значення послуг у структурі сучасної економіки.

Одним із ключових міжнародно–правових актів, що заклали основу для формування загальних принципів торгівлі послугами, є Генеральна угода про торгівлю послугами (GATS) [1], ратифікована 15 квітня 1994 року в рамках Світової організації торгівлі. Хоча формального дефінітивного поняття

«послуга» в ній не наведено, стаття 1 Угоди пропонує функціональну модель класифікації форм їх постачання. Йдеться про чотири способи: транскордонне надання, споживання за межами країни, присутність постачальника в іншій державі та тимчасове переміщення фізичних осіб. Уточнення надається й щодо державних послуг, які не охоплюються дією угоди – це послуги, що надаються на некомерційній основі без елементів конкуренції.

У правовій системі Європейського Союзу поняття послуги трактується як економічна активність, що зазвичай здійснюється за оплату, але не є найманою працею. Стаття 57 Договору про функціонування ЄС, а також Директива 2006/123/ЄС про послуги на внутрішньому ринку, деталізують цю концепцію, охоплюючи як промислові, комерційні, так і професійні види діяльності [2].

У сучасному цивільному праві України категорія «послуга» займає важливе місце як самостійний об'єкт цивільних прав. Відповідно до статті 177 Цивільного кодексу України (ЦКУ), послуги визнаються об'єктами цивільних прав нарівні з речами, цінними паперами, інформацією тощо. Однак, на відміну від багатьох інших об'єктів, ЦКУ не містить легального визначення терміну «послуга», навіть у спеціальній главі 63, присвяченій загальним положенням про надання послуг.

Цивільно–правовий аналіз показує, що послуга як правова категорія має багатофункціональне значення. Вона може виступати: об'єктом цивільних прав (ст. 177 ЦКУ); формою зустрічного задоволення – наприклад, згідно з ч. 5 ст. 715 ЦКУ можливий обмін майна на послуги, або за ст. 737 ЦКУ рента може виплачуватися шляхом надання послуг; предметом зобов'язального правовідношення – наприклад, у сфері транспортних або побутових послуг (ст. 798 ЦКУ); частиною умов зобов'язань, що виконує допоміжну функцію (наприклад, ст. 889 ЦКУ); формою підприємницької діяльності (ст. 956 ЦКУ);

підставою для виникнення деліктної відповідальності – у випадку заподіяння шкоди внаслідок недоліків наданої послуги (ст. 1209–1211 ЦКУ); формою акцепту у договірних відносинах (ч. 2 ст. 642 ЦКУ).

Таким чином, послуги є складним юридичним феноменом, що пронизує

багато сфер правового регулювання. Розуміння сутності послуги потребує міждисциплінарного підходу, враховуючи як економічну, так і юридичну природу. При цьому у всіх випадках правове тлумачення послуги зводиться до основної ознаки, зафіксованої у ст. 901 ЦКУ, – споживання в процесі вчинення певної дії або здійснення певної діяльності.

Класики економічної науки визначали послугу як специфічну форму суспільно корисної діяльності, що має нематеріальний характер і не призводить до створення матеріального продукту. Ще Карл Маркс наголошував, що послуга – це «особлива споживча вартість праці», яка проявляється не як речовий результат, а як процес взаємодії, тобто діяльність, що задовольняє потреби через нематеріальну форму результату [3].

Сучасна економічна думка трактує послугу як явище подвійної природи – одночасно процесу надання та результату взаємодії між суб'єктами. Основними ознаками, що дозволяють відокремити послуги як особливу економічну категорію, є їх нематеріальний характер, відсутність переходу матеріальних об'єктів у власність споживача та наявність економічного еквівалента – комерційної вартості [4].

Існують погляди, які категорію «послуга» розглядають як специфічну форму економічного блага, що має нематеріальний характер і виникає в результаті цілеспрямованої діяльності суб'єкта. На відміну від матеріальних товарів, послуга не має уречевленого вираження, існує як дія або процес і споживається безпосередньо в момент її надання. Такий підхід сформувався як наслідок трансформації економічних відносин у напрямі постіндустріального розвитку, де зростає частка нематеріального виробництва в структурі ВВП більшості країн.

Науковці виокремлюють специфічні ознаки послуг: нематеріальність результату, невіддільність процесу виробництва від споживання, неможливість накопичення, індивідуалізованість змісту, комерційність.

Нематеріальність проявляється у відсутності фізичної форми результату послуги. Нематеріальність виражається в тому, що результат послуги не

набуває речового втілення, а існує у формі нематеріального блага або корисного ефекту. Наприклад, результат освітньої послуги – це знання, що не мають матеріального вигляду, але мають високу споживчу цінність.

Невіддільність проявляється у тому, що процес виробництва послуги збігається з її споживанням. Специфіка полягає у тому, що неможливо передати послугу окремо від її надавача – наприклад, перукарські, медичні чи транспортні послуги існують лише в момент взаємодії між виконавцем і споживачем.

Комерційність проявляється у тому, що більшість послуг є об'єктами ринкового обміну, мають вартість і надаються за плату, що робить їх складовою економічного товарного обігу. Більшість послуг є об'єктами ринкового обігу, що робить їх складовою економічного товарного обороту.

Висновки. Проведене дослідження дає авторам право стверджувати, що послуга як економічна категорія – це нематеріальне благо, що створюється та споживається одночасно в процесі діяльності постачальника, має вартість і задовольняє потреби споживача. Послуга є товаром особливого типу, характерного неможливістю накопичення, індивідуалізацією та комерційною доцільністю.

З правової точки зору, послуга визнається об'єктом цивільних прав (ст. 177 ЦКУ) та фігурує у зобов'язальних правовідносинах. Хоча законодавство не дає чіткого визначення, її суть полягає у наданні дії або діяльності, яка споживається в процесі вчинення (ст. 901 ЦКУ).

Отже, послуга є комплексною категорією, яка поєднує економічну вартість із правовою формою реалізації, що визначає її важливу роль у ринковій системі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Генеральна угода про торгівлю послугами COT від 15.04.1994. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/981_017.
2. Договір про функціонування Європейського Союзу від 25 березня 1957 року. URL : http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994_b06.

3. Маркс К. Капітал. Том I: Критика політичної економії / Karl Marx. – 1867. – URL: <https://www.marxists.org/>

4. Белінська, Г. В., & Гусаров, С. І. (2022). Формування сучасного ринку послуг та його трансформація в умовах глобалізації. Економіка та суспільство, (43), 234–237 URL : <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-43-30>

5. Цивільний кодекс України: Закон України від 16.01.2003 № 435-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 40–44. – Ст. 356. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#Text>

ІНВЕСТИЦІЙНІ ТЕНДЕНЦІЇ У СФЕРІ НЕРУХОМОСТІ: ГЛОБАЛЬНІ ТРЕНДИ ТА РОЗВИТОК ДОЛЬОВИХ МОДЕЛЕЙ В УКРАЇНІ

Шуміло Яна Миколаївна,
кандидат економічних наук
ФОП
м. Київ, Україна

Вступ. Інвестиції в нерухомість традиційно залишаються одним із найстабільніших і найпопулярніших інструментів збереження та примноження капіталу у світі. У 2020-х роках актуальність даного активу лише зросла на тлі глобальної економічної нестабільності, інфляційного тиску, пандемії COVID-19 та зростання інтересу до сталого розвитку. Водночас нові цифрові моделі, такі як дольове інвестування та токенизація, змінюють спосіб залучення капіталу та відкривають ринок для ширшого кола інвесторів.

У роботі проаналізовано як глобальні, так і локальні (українські) тенденції інвестування в нерухомість, а також розглянуто перспективи розвитку дольового інвестування як інноваційної форми участі у ринку.

Ціль роботи. Метою дослідження є виявлення сучасних трендів у сфері інвестування в нерухомість, аналіз динаміки інтересу до даної тематики в Україні та світі, а також оцінка інноваційного потенціалу дольових моделей інвестування. Особлива увага приділяється вітчизняному ринку та компаніям, які пропонують такі послуги.

Матеріали та методи. Для досягнення поставленої мети використано такі методи: контент-аналіз звітів міжнародних дослідницьких центрів (ULI, CBRE, IMT, WEF); аналіз запитів Google Trends за ключовими словами «інвестиції в нерухомість» (за 2019–2024 рр.); порівняльний аналіз пропозицій дольового інвестування від українських компаній (Binaryx, Cloud Apartments, InCo Home тощо); узагальнення статистичних та публічних даних, SWOT-аналіз моделей інвестування.

Результати та обговорення. Інвестори часто вважають нерухомість найбезпечнішим способом збереження грошей під час економічних криз або нестабільності.

Нерухомість є фізичним активом, який має відчутну цінність і не піддається такій волатильності, як фінансові ринки.

Власність на нерухомість може приносити стабільний пасивний дохід у вигляді орендної плати, що робить нерухомість привабливою для тих, хто шукає регулярні доходи без активного управління бізнесом. З часом вартість нерухомості має тенденцію до зростання, що дозволяє інвесторам нарощувати капітал, що особливо актуально в регіонах з обмеженою пропозицією та високим попитом.

Нерухомість також вважається захистом від інфляції, оскільки вартість орендної плати та цін на нерухомість має тенденцію зростати разом з інфляцією.

Зростання населення, урбанізація та міграція регулярно стимулюють попит на житло та комерційну нерухомість, що створює сприятливі умови для інвестицій у ці сектори.

Аналіз пошукових запитів за тематикою “Інвестиції в нерухомість” за останні 5 років в Google Trends показує стабільно високий інтерес у світі з піком у жовтні 2021 року (рис. 1).

Водночас в Україні зберігається нестабільний інтерес до даної тематики (рис.2). Кількість запитів досягнуло свого піку у грудні 2021 року на фоні політичної і соціальної напруженості перед початком війни. Інтерес до інвестицій в нерухомість має тенденцію до відновлення, починаючи з 2024 року.

Найбільша кількість запитів за тематикою «Інвестиції в нерухомість» в Україні спостерігається з ТОТ та зон активних бойових дій (рис.3), що може сигналізувати про те, що українці розглядають інвестиції в нерухомість безпечним та надійним способом зберегти власні гроші.

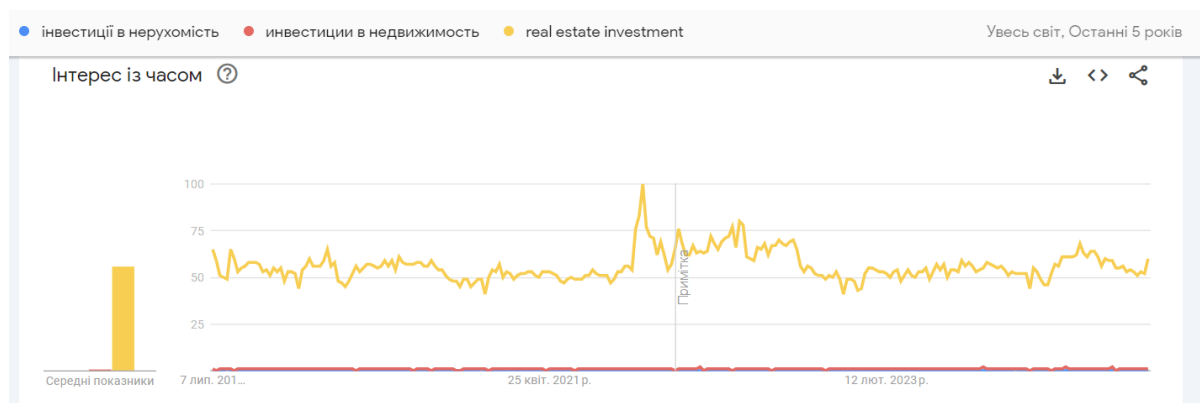


Рис. 1. Тренд пошукових запитів за тематикою «Інвестиції в нерухомість» в світі за останні 5 років

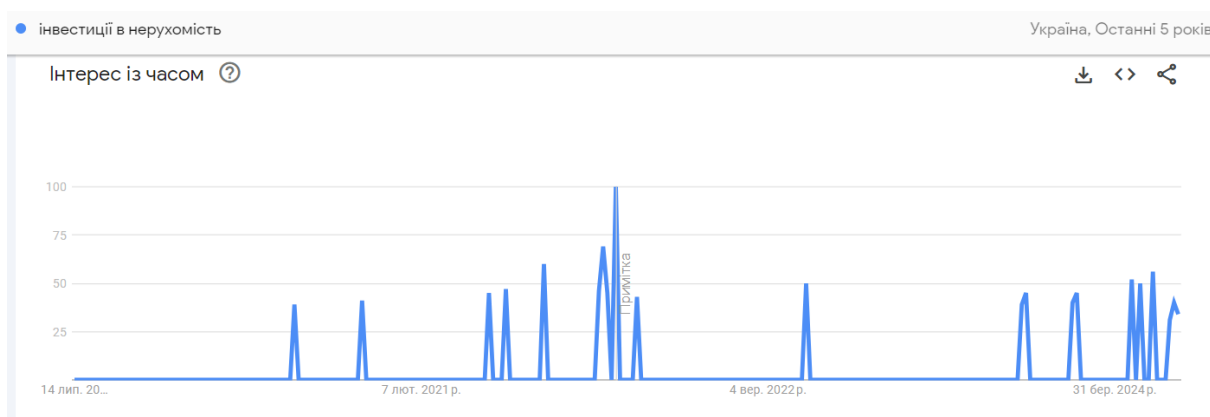


Рис. 2. Тренд пошукових запитів за тематикою «Інвестиції в нерухомість» в Україні за останні 5 років

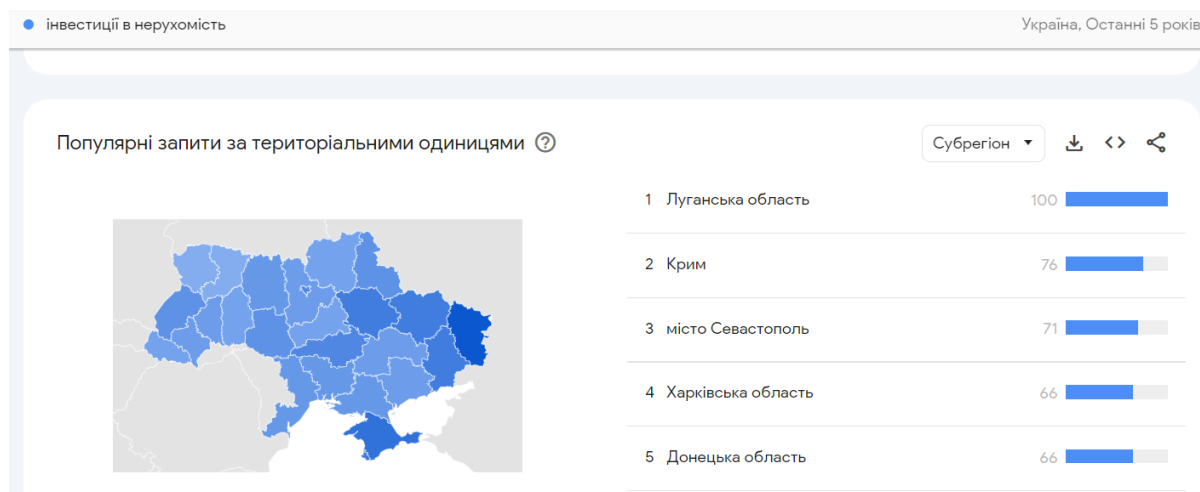


Рис. 3. Тренд пошукових запитів за тематикою «Інвестиції в нерухомість» за регіонами України

Аналіз трендів Emerging Trends in Real Estate Global Outlook 2024 [1], 2024 Global Real Estate Outlook [2]. та прогнозних матеріалів Всесвітнього

економічного форуму «COVID-19: The Great Reset»[3], CBRE Global Outlook 2030 [4] та аналітичного звіту IMT «Build Up 2030» [5] показав кілька ключових тенденцій і прогнозів у сфері нерухомості до 2030 року:

Очікується, що до 2030 року 60% населення світу житиме в містах, що призведе до зростання попиту на міське житло, особливо в компактних та екологічно чистих районах. Урбанізація продовжує підвищувати попит на змішані розробки, які поєднують житлові, комерційні та рекреаційні простори. Міста будуть зосереджуватися на створенні стійких і смарт інфраструктур, які забезпечать високу якість життя мешканців.

Екологічні, соціальні та управлінські критерії (ESG) стають критично важливими. Ця тенденція очікується зростати з підвищенням регуляторного тиску та суспільних очікувань. Підвищується інтерес до екологічно чистої нерухомості. Зростання популярності "зелених" будівель і застосування енергозберігаючих технологій буде ключовим фактором у розвитку нерухомості. До 2030 року багато країн планують досягти значного зниження викидів вуглекислого газу, що впливатиме на ринок нерухомості.

Інтеграція технологій, таких як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI) та блокчейн, значно змінить управління нерухомістю та процеси інвестування. Цифровізація нерухомості дозволить створювати більш прозорі та ефективні ринки. Очікується, що використання технологій в сфері нерухомості (PropTech) значно зросте, що призведе до появи нових платформ, інструментів та послуг, які автоматизують та вдосконалюють різні аспекти галузі. Це може включати віртуальні тури нерухомості, онлайн-платформи для укладання угод, розумні будинки та багато іншого.

Пандемія COVID-19 значно вплинула на використання офісних приміщень. Гібридна робота стала новою нормою, і це призвело до переосмислення доступності, дизайну офісів та збільшення попиту на гнучкі робочі простори. Зростання частки людей похилого віку в багатьох країнах призведе до зростання попиту на спеціалізоване житло та медичні заклади.

Зростання електронної комерції та зміни в поведінці споживачів

підвищують попит на логістичні та промислові об'єкти. Склади та розподільчі центри, особливо поблизу великих міських районів, стають привабливими для інвестування.

Концепція "спільного володіння" активами пропонує відхід від традиційної моделі володіння, де люди володіють активами безпосередньо, на користь більш гнучкого та спільного підходу. Замість того, щоб володіти активом напряду, люди матимуть доступ до нього за потребою, наприклад, за такими моделями як спільне користування автомобілями, спільне проживання або абонентські послуги. Користувачі спільних активів матимуть спільну відповідальність за їхнє обслуговування та догляд, що може сприяти більш відповідальному та стійкому використанню ресурсів. Спільне володіння може забезпечити більшу гнучкість, дозволяючи людям легко отримувати доступ до різних активів, коли їм це потрібно, без необхідності володіти ними постійно.

Очікується, що найвищі темпи зростання ринку нерухомості будуть спостерігатися в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні та Африці. Ринки розвинених країн, ймовірно, зростатимуть повільніше, але все ж таки матимуть значні можливості в таких секторах, як житло для людей похилого віку, медичні заклади та логістичні центри. Таким чином, ринок нерухомості до 2030 року буде характеризуватися високою технологічністю, екологічністю і глобальною інтеграцією. В Україні послугу інвестування в частки (долі) нерухомості наразі надають такі компанії як Binaryx, Cloud Aparts, Inzhur, NUMO Development, Ribas Invest, InCo home, VIP Reality club, MBA Developmet, Sd-invest.

Binaryx має найнижчу мінімальну інвестицію (50\$) з найбільшою обіцяною доходністю (28,10%), що робить їх пропозицію найбільш доступною і привабливою. VIP Reality club пропонує інвестиції в найширшому спектрі країн (32), що надає інвесторам більше вибору. InCo home має 20+ років досвіду в інвестуванні в нерухомість, що може дати їм перевагу перед більш новими конкурентами за рахунок довіри. Inzhur є першою в Україні REIT платформою, що фокусується на відомих та культурно значимих об'єктах нерухомості.

Ці сервіси фактично створюють нову фінансову інфраструктуру, що відкриває доступ до ринку широкому колу українських громадян. Це також формує нову інвестиційну культуру з акцентом на цифрові інструменти, прозорість та пасивний дохід.

Висновки. Ринок нерухомості у світі та в Україні демонструє здатність адаптуватися до викликів сучасності через інновації, технології та зміни у споживчій поведінці. Зростання інтересу до дольового інвестування, як в глобальному, так і в локальному контексті, є свідченням трансформації фінансових моделей доступу до активів. Українські платформи вже інтегрують у свої пропозиції глобальні тренди (токенізація, мінімальні бар'єри входу, мобільність), що відкриває перед ними перспективи масштабування та експорту бізнес-моделі. У майбутньому очікується, що частка таких сервісів у загальному інвестиційному портфелі українців зростатиме, особливо серед міської молоді та цифрових кочівників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Urban Land Institute. (2024). Emerging Trends in Real Estate Global Outlook 2024. Retrieved from <https://knowledge.uli.org/en/reports/emerging-trends/2024/emerging-trends-in-real-estate-global-outlook-2024>
2. Columbia Threadneedle Investments. (2024). 2024 Global Real Estate Outlook. Retrieved from <https://www.columbiathreadneedle.com/en/insights/2024-global-real-estate-outlook/>
3. Schwab, K., & Malleret, T. (2020). COVID-19: The Great Reset. Geneva: World Economic Forum.
4. CBRE. (2023). Global Outlook 2030. Retrieved from <https://www.nordicsrealestate.com/cbre-global-outlook-2030>
5. Institute for Market Transformation. (2021). Build Up 2030: Framework for the Transformation of Real Estate. Retrieved from <https://imt.org/wp-content/uploads/2021/09/IMT-BuildUp2030-Framework-for-the-Transformation-of-Real-Estate-Sept-2021-.pdf>

LEGAL SCIENCES

INVESTIGATION OF DNA POLYMORPHISM (STR) FREQUENCY IN THE GEORGIAN POPULATION FROM A FORENSIC GENETICS PERSPECTIVE

Chikovani Nino

MD. Court-Appointed Forensic Expert in Genetics and Immunology

Malkhaz Chitaia

Associate Professor; Head of the Forensic Laboratory
of the Faculty of Law and International Relations
of the Georgian Technical University

Abstract: The highly polymorphic autosomal STR loci have been studied for allele frequencies in two ethnic groups – the Laz subpopulation, living in the Black Sea coastal regions of southwestern Georgia and northeastern Turkey and the Imeretians, living in the middle Georgian region. The common set of standardized 19 locus markers – D3S1358, D5S818, D7S820, D8S1179, D13S317, D16S539, D18S51, D21S11, CSF1PO, FGA, TH01, TPOX, VWA D2S441, D10S11248, D12S391, D22S1045, D1S1656 and SE33 were investigated. All the loci except one (SE33 locus) were in Hardy-Weinberg equilibrium. The comparative analysis of allele frequency distribution between the Laz and the Imeretian populations revealed statistically significant differences for most of the loci.

Introduction. The short tandem repeats (STRs) are 2 bp to 7 bp in length and are abundant (approximately 3%) in the human genome. The number of repeats in STR markers can be highly variable and make them effective for human identification purposes [1]. Nowadays STR markers are intensively used as significant tools in personal identification or forensic comparisons [2]. The people of different ethnic backgrounds may have specific STR allele frequencies that have raised a growing interest in creating allele frequency databases of populations

worldwide.

Georgia is divided into 14 regional areas that are settled by more or less related ethnic groups. Two ethnic groups - the Laz and the Imeretian populations have been chosen initially to assess the allele frequency data.

In total, 19 STR loci were studied in the Laz (N=37) and the Imeretian (N=34) populations and the results were compared to each other as well as to the data of Caucasians [3]

Materials and Methods. By the year 2010, the Imereti region of Georgia had a local population of about 700 400 residents [4]. So far, no official data about the total number of Laz subpopulation has been reported. The Laz people live preferentially near the Black Sea coastal areas, near the border between Georgia and Turkey.

From trials, human saliva specimens from randomly selected people (37 Lazs and 34 Imeretians) have been taken as biological material. The samples were collected in sterile containers with a lysis buffer prepared in advance (saliva and lysis buffer in equal amounts). The standard phenol : chlorophorm mixture was used for DNA extraction [5] Quantitative and qualitative evaluation of DNA was performed by real-time polymerase chain reaction (RT-PCR) on 7500 RT-PCR Thermocycler (Applied Biosystems). Human DNA Quantification Kit (Applied Biosystems; Cat. No. 4343895) with corresponding 7500 SDS Software v.1.3.1. 1–2 ng/mkl of DNA was used for further analysis.

1–2 ng of template DNA was used for each PCR amplification process. Ten autosomal STR loci namely D3S1358, D5S818, D7S820, D8S1179, D13S317, D16S539, D18S51, D21S11, CSF1PO, FGA, TH01, TPOX, VWA, D2S441, D10S11248, D12S391, D22S1045, D1S1656 and SE33 were co-amplified using Combined DNA Index System (CODIS) 20 panel, according to the manufacturer's protocol. The PCR reaction was carried out in a 9700 GeneAmp (Applied Biosystems). Thermal cycling parameters were set up according to the manufacturer's protocol [Cat.N: C20-108S].

PCR-amplified fragments were separated and analyzed on ABI Prism 3130XL

Genetic Analyzer (Applied Biosystems) using POP-4 polymer and Data Collection Software v.3. Internal S450 was used as a size standard. The genotype of each locus was determined after comparison with allelic ladder using Genotype software version 3.2.

Allele frequencies at each locus and statistical parameters of forensic efficiency were calculated by using PowerStat Microsoft Excel Workbook template [6]. Possible divergence from Hardy-Weinberg equilibrium was evaluated by Fisher's exact test [7]. Population differentiation test using exact test was carried out using Arlequin 3.5.1.3 software [8].

Positive control DNA and allelic ladder was provided in COrDIS Plus PCR Amplification Kit for multiplex analysis of 19 STR loci [9]. Approximately 10% of samples from both the populations were genotypes to ensure reproducibility and accuracy. All genotype results were in full concordance.

Results and Discussion. In the populations studied the number of alleles was counted separately. Frequencies of homozygous and heterozygous genotypes and the presence of dominant and recessive alleles were determined during the study and used for comparative analysis of the populations. The allele frequencies of Imeretian and Laz ethnic groups are shown in Tables 1 and 2, respectively. Efficiency parameters for both populations are summarized in Tables 3 and 4.

Significant differences were discovered between the Laz and the Imeretian ethnic groups. Not all alleles of the particular loci were found in both groups and the "missed" alleles were different for each of them. For example, allele #7 of TPOX and #20 of vWA were not found in the Imeretian but were revealed in the Laz population (frequencies 0.02703 and 0.04054, respectively). By contrast, the alleles #17.3; 18.2; 35.2 of SE33 were not detected in the Laz population while the frequency of their occurrence was 0.01471 in the Imeretians. It should be noted, that the alleles #20.2; 32; 34 were found to be specific for the Laz but not for the Imeretian population (with frequencies of occurrence 0.02703; 0.04054; 0.02703; 0.01352, respectively).

Different frequencies of alleles have been detected even in case when the particular alleles were presented in both populations. For example, the allele #8 of

TPOX locus was very frequent among the Imeretians (equal to 0.52941, where $F > 0.5$ is considered as very high), while in the Laz subpopulation it was 0.40541. In parallel, we compared our results with the frequency of occurrence of alleles spread in Caucasians. The locus D21S11 can be discussed as an example. The populations studied were characterized by the presence in this particular locus of such alleles, which were not detected in the research carried out on 302 caucasoids [10]. In particular, this difference is more obvious in the Imeretian than in Lazian subpopulation. The alleles #25, 26 were detected in the Imeretian population and the frequency of their occurrence was 0.01471 for both loci, while these alleles were found neither in the Lazian nor Caucasoid populations. Although the alleles #27, 32, 33 were found in Caucasians, but not fixed in the Imeretian subpopulation, and the frequencies of their occurrence were correspondingly 0.02649; 0.00662 and 0.00166. For more details on allele distributions in both populations refer to the Tables 1 and 2.

Conclusion. Significant deviation from Hardy-Weinberg equilibrium was observed for D5S818 locus in the Laz subpopulation and for SE33 – in the Imeretian subpopulation. Both showed least polymorphism at the TPOX locus. This may be due to inbreeding and lack of admixture, which is a characteristic feature of these populations. It would be reasonable to implement a “correction” while using this data in forensic casework, as recommended by the National Research Council (1996) [11] and by Foreman and Lambert [12].

Table 1

**Allele frequency distribution of 19 autosomal STR loci in Laz subpopulation
(n = 34).**

	Allele	D10 S1248	D 13 S317	TH-01	TPOX	D5 S818	D22 S1045	D2 S441	D3 S1358	D2 S391	FGE
1	5										
2	6			0.32432							
3	7			0.13513	0.02703						
4	8		0.16216	0.10811	0.40541	0.01352					
5	8.1										
6	9		0.04054	0.18919	0.16216	0.04054					
7	9.3			0.21622							
8	10		0.04054	0.02703	0.12162	0.06757	0.02703	0.17567			

9	10.3										
10	11		0.24325		0.28378	0.21621	0.05405	0.35135			
11	11.3							0.06757			
12	12	0.01351	0.39189			0.43243*		0.09459			
13	12.2										
14	13	0.22973	0.09459			0.22973*		0.01352	0.01352		
15	13.2										
16	14	0.27027	0.02703				0.04054	0.25676	0.06757		
17	14.2										
18	15	0.27027					0.42243	0.04054	0.28378		
19	15.3										
20	16	0.20271					0.37838		0.2027	0.01351	
21	16.3										
22	17	0.01351					0.04054		0.22973	0.04054	
23	17.3									0.01351	
24	18						0.02703		0.2027	0.18919	0.01352
25	18.2										
26	18.3									0.06757	
27	19									0.13515	0.08108
28	19.3									0.01351	
29	20									0.08108	0.06756
30	20.2										
31	21									0.13515	0.13513
32	21.2										
33	22									0.09457	0.27027
34	22.2										
35	23									0.10811	0.18919
36	23.2										
37	24									0.04054	0.17567
38	24.2										0.01352
39	25									0.06757	0.04054
40	25.2										
41	26										0.01352
H(Obs.Het)		0.67568	0.78378	0.64865	0.64865	0.59459	0.59459	0.59459	0.91892	0.86486	0.81081
H(Exp.Het)		0.77009	0.75824	0.70937	0.72307	0.71677	0.67123	0.72677	0.79045	0.86894	0.83525
P.-value		0.17213	0.95505	0.65727	0.26513	0.00304	0.01655	0.02304	0.20866	0.0529	0.08211
	Allele	SE33	vWA	D7 S820	D8 S1179	D16 S539	D1 S1656	D18 S51	D21 S11	CSF 1PO	
1	5										
2	6										
3	7			0.02703							
4	8			0.17568	0.02703						
5	8.1										
6	9			0.05405	0.02703	0.17567				0.02703	
7	9.3										
8	10			0.24324	0.05405	0.08108				0.27027	
9	10.3										
10	11			0.22973	0.05405	0.27027	0.16125	0.01351		0.25675	
11	11.3										
12	12			0.27027	0.08108	0.25676	0.04054	0.14865		0.37838	
13	12.2										

14	13	0.02703			0.32432	0.21622	0.09459	0.13515		0.04055
15	13.2									
16	14	0.05405	0.08108		0.25676*		0.09459	0.14865		0.01351
17	14.2									
18	15	0.02703	0.06757		0.10811		0.21622	0.17565		0.01351
19	15.3						0.02703			
20	16	0.08108	0.31081		0.05405		0.13515	0.13515		
21	16.3						0.02703			
22	17	0.01352	0.2027		0.01352		0.05405	0.14865		
23	17.3						0.08108			
24	18	0.10811	0.18919				*	0.02703		
25	18.2									
26	18.3						0.04054			
27	19	0.08108	0.10811				*	0.06755		
28	19.3						0.02703			
29	20		0.04054							
30	20.2	0.02703								
31	21	0.01352								
32	21.2									
33	22									
34	22.2	0.01352								
35	23									
36	23.2	0.02703								
37	24									
38	24.2	0.06756								
39	25									
40	25.2	0.01352								
41	26									
42	26.2	0.01352								
43	27									
44	27.2	0.12162								
45	28								0.17568	
46	28.2	0.04054								
47	29								0.24324	
48	29.2	0.04054								
49	30								0.14865	
50	30.2	0.06756							0.05405	
51	31								0.08108	
52	31.2	0.01352							0.10811	
53	32	0.04054							0.01352	
54	32.2	0.02703							0.12162	
55	33	0.02703								
56	33.2	0.04054							0.05405	
57	34	0.01352								
H(Obs.Het)		0.91892	0.75676	0.7027	0.67568	0.81081	0.78378	0.91892	0.75676	0.72973
H(Exp.Het)		0.94409	0.81303	0.79119	0.81118	0.78749	0.85968	0.87264	0.82081	0.71751
P.-value		0.72799	0.37099	0.40416	0.5637	0.44738	0.38703	0.79629	0.75671	0.36242

H (obs.Het): Observed heterozygoty; H(Exp.Het): expected heterozygoty;

P.-valume:Hardi-Weinberg equi

Table 2

**Allele frequency distribution of 19 autosomal STR loci in Imeretian
subpopulation (n=37).**

	Allele	D10	D 13	TH-01	TPOX	D5	D22	D2	D3	D2	FGE
1	5										
2	6			0.26471							
3	7			0.19118							
4	8		0.07353	0.17647	0.52941						
5	8.1										
6	9		0.04412	0.14706	0.10294	0.05882					
7	9.3			0.20588							
8	10		0.33823	0.01471	0.08824	0.14706		0.14706			
9	10.3										
10	11	0.01472	0.33823		0.23529	0.19118	0.05882	0.41176			
11	11.3							0.05882			
12	12	*	0.07353		0.04412	0.39706	0.02941	0.02941			
13	12.2										
14	13	0.19117	0.02941			0.20588	*	0.04412			
15	13.2										
16	14	0.27941					0.02941	0.29412	0.05882		
17	14.2										
18	15	0.27941					0.44118	0.01471	0.35294	0.04412	
19	15.3										
20	16	0.20588					0.30882		0.23529	*	
21	16.3										
22	17	0.02941					0.13236		0.17647	0.07724	
23	17.3										
24	18								0.16177		0.04412
25	18.2										
26	18.3									0.02941	
27	19								0.01471	0.13235	0.04412
28	19.3									0.0147	
29	20									0.04412	0.05882
30	20.2										
31	21									0.14706	0.14706
32	21.2										
33	22									0.10294	0.20588
34	22.2										0.01471
35	23									0.07353	0.13235
36	23.2										0.01471
37	24									0.04412	0.19118
38	24.2										
39	25									0.0147	0.07353
40	25.2										
41	26									0.0147	
H(Obs.Het)		0.61765	0.70588	0.61765	0.61765	0.67647	0.70588	0.61765	0.79412	0.73529	0.82353
H(Exp.Het)		0.77524	0.75812	0.74846	0.65364	0.74934	0.69754	0.67735	0.77041	0.86128	0.86787
P.-value		0.04624	0.17313	0.03471	0.4088	0.60396	0.06912	0.44803	0.21948	0.35035	0.24464
	Allele	SE33	vWA	D7 S820	D8 S1179	D16 S539	D1 S1656	D18 S51	D21 S11	CSF 1PO	

1	5									
2	6									
3	7			0.01471						
4	8			0.14706	0.04412	0.01471				
5	8.1									
6	9			0.11765	0.01471	0.07353				0.04412
7	9.3									
8	10			0.23529	0.05882	0.11765				0.19118
9	10.3									
10	11			0.17647	0.04412	0.2647	0.05882	0.04412		0.36765
11	11.3									
12	12			0.27941	0.10294	0.38235	0.04412	0.08823		0.32353
13	12.2									
14	13	0.02941		*	0.33824	0.14706	0.07353	0.11765		0.07352
15	13.2									
16	14	0.01471	0.08823	0.02941	0.22058		0.19118	0.20588		
17	14.2									
18	15	0.02941	0.10294		0.10294		0.13235	0.13235		
19	15.3						0.05882			
20	16	0.04412	0.14706		0.05882		0.19118	0.11765		
21	16.3						0.04412			
22	17	0.05882	0.29412		0.01471		0.10294	0.20588		
23	17.3	0.01471								
24	18	0.14706	0.25					0.07353		
25	18.2	0.01471	0.11765							
26	18.3						0.02941			
27	19	0.05882						0.01471		
28	19.3						0.01471			
29	20	0.01471								
30	20.2									
31	21	0.02941								
32	21.2									
33	22									
34	22.2	0.01471								
35	23									
36	23.2	0.02941								
37	24									
38	24.2	0.08824								
39	25								0.01471	
40	25.2	0.04412								
41	26								0.01471	
42	26.2	0.04412								
43	27								*	
44	27.2	0.07353								
45	28								0.19117	
46	28.2	0.01471								
47	29								0.22059	
48	29.2	0.02941								
49	30								0.14706	
50	30.2	0.07353							0.02941	
51	31								0.08823	
52	31.2	0.07353							0.11765	

53	32								*	
54	32.2	0.01471							0.10294	
55	33								*	
56	33.2	0.02941							0.07353	
57	34									
58	34.2									
59	35									
60	35.2	0.01471								
H(Obs.Het)	1		0.82353	0.55882	0.88235	0.67647	0.85294	0.91176	0.88235	0.76471
H(Exp.Het)	0.94249		0.80904	0.8108	0.81651	0.75373	0.84592	0.86743	0.83714	0.72695
P.-value	0.76925		0.99517	0.04154	0.49315	0.02571	0.1592	0.83355	0.61252	0.89642

H (obs.Het): Observed heterozygoty; H(Exp.Het): expected heterozygoty;

P.-valume:Hardi-Weinberg equilibrium

Table 3.

Locus	Genot.	Obs.Het.	Exp.Het.	P-value	s.d.	Steps done
CSF1PO	37	0.72973	0.71751	0.36242	0.00051	1001000
D10S11248	37	0.67568	0.77009	0.17213	0.00034	1001000
D12S391	37	0.86486	0.86894	0.0529	0.0002	1001000
D13S317	37	0.78378	0.78378	0.95505	0.00018	1001000
D16S539	37	0.81081	0.78749	0.44738	0.00049	1001000
D18S51	37	0.91892	0.87264	0.79629	0.0004	1001000
D1S1656	37	0.78378	0.85968	0.38703	0.0006	1001000
D21S11	37	0.75676	0.82081	0.75671	0.00048	1001000
D22S1045	37	0.59459	0.67123	0.01655	0.00013	1001000
D2S441	37	0.59459	0.72677	0.02304	0.00012	1001000
D3S1358	37	0.91892	0.79045	0.20866	0.00037	1001000
D5S818	37	0.59459	0.71677	0.00304	0.00007	1001000
D7S820	37	0.7027	0.79119	0.40416	0.00049	1001000
D8S1179	37	0.7568	0.81118	0.5637	0.0004	1001000
FGA	37	0.81081	0.83525	0.08211	0.0002	1001000
SE33	37	0.91892	0.94409	0.72799	0.0002	1001000
TH01	37	0.64865	0.70937	0.65727	0.00047	1001000
TPOX	37	0.64865	0.72307	0.26531	0.0005	1001000
vWA	37	0.75676	0.81303	0.37099	0.00036	1001000

Table 4.

Locus	Genot.	Obs.Het.	Exp.Het.	P-value	s.d.	Steps done
CSF1PO	34	0.76471	0.72695	0.89642	0.00028	1001000
D10S11248	34	0.61765	0.77524	0.04624	0.00023	1001000
D12S391	34	0.73529	0.86128	0.35035	0.00045	1001000
D13S317	34	0.70588	0.75812	0.17313	0.00032	1001000
D16S539	34	0.67647	0.75373	0.02571	0.00015	1001000
D18S51	34	0.91176	0.86743	0.83355	0.00034	1001000
D1S1656	34	0.85294	0.84592	0.1592	0.0003	1001000
D21S11	34	0.88235	0.83714	0.61252	0.00043	1001000
D22S1045	34	0.70588	0.69754	0.06912	0.00025	1001000

D2S441	34	0.61765	0.67735	0.44803	0.00046	1001000
D3S1358	34	0.79412	0.77041	0.21948	0.00039	1001000
D5S818	34	0.67647	0.74934	0.60396	0.00053	1001000
D7S820	34	0.55882	0.8108	0.04154	0.00019	1001000
D8S1179	34	0.88235	0.81651	0.49315	0.00032	1001000
FGA	34	0.82353	0.86787	0.24464	0.00028	1001000
SE33	34	1	0.94249	0.76925	0.00021	1001000
TH01	34	0.61765	0.74846	0.03471	0.00018	1001000
TPOX	34	0.61765	0.65364	0.40888	0.00047	1001000
vWA	34	0.82353	0.80904	0.99517	0.00007	1001000

REFERENCES

1. E. S. Lander. L. M. Linton. B. Birren. et al.. “Initial sequencing and analysis of the human genome.” Nature. vol. 409. no. 6822. pp. 860–921. 2001.
2. John M. Butler. (2005). ..Fundamentals of Forensic DNA Typing. Calculation of STR Haplotype Frequency Estimates Using the Counting Method;
3. John M. Butler. Richard Schoske; Pater M. Vallone. Jonette W Redman. and Margaret C. Kline. ..Allele Frequencies for 15 Autosomal STR Loci on U.S. Caucasian. African American. and Hispanic Populations”. J Forensic Sci. July 2003. Vol.48. No.4.
4. The National Statistics Office of Georgia http://www.geostat.ge/?action=page&p_id=241&lang=geo
5. J. Willard. D. Lee. M. Holand. Forensic DNA Profiling Protocols. vol. 98.1998
6. Promega Corporation. “Powerstats version 1.2.”
7. S. W. Guo and E. A. Thompson. “Performing the exact test of Hardy-Weinberg proportion for multiple alleles.” Biometrics. vol. 48. no. 2. pp. 361–372. 1992.
8. D. Schneider. D. Roessli. and L. Excoffier. Arelquine. Version 3.5. A Software for Population Genetics Data Analysis. University of Geneva. Geneva. Switzerland. 2010.
9. PCR diagnostics kits Molecular biology products Human SNP kits Forensic and paternity STR kits. 2012.
10. John M. Butler; Richard Schoske M.A.; Pater M. Vallone; Janette W.

Redman; and Margaret C. Kline. ..Allele Frequencies for 15 Autosomal STR Loci on U.S. Caucasian. African American. and Hispanic Populations”

11. The Evaluation of Forensic DNA Evidence. National Academy of Sciences. 1996.

12. L. A. Foreman and J. A. Lambert. “Genetic differentiation within and between four UK ethnic groups.” Forensic Science International. vol. 114. no. 1. pp. 7–20. 2000.