

**International Science Group**

**ISG-KONF.COM**

**XII**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC  
AND PRACTICAL CONFERENCE  
«EDUCATION AND SCIENCE IN THE MODERN WORLD:  
PROBLEMS AND PROSPECTS»**

**Tallinn, Estonia**

**March 24-27, 2026**

**ISBN 979-8-90214-582-0**

**DOI 10.46299/ISG.2026.1.12**

# **EDUCATION AND SCIENCE IN THE MODERN WORLD: PROBLEMS AND PROSPECTS**

Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference

Tallinn, Estonia  
March 24-27, 2026

**UDC 01.1**

The 12th International scientific and practical conference “Education and science in the modern world: problems and prospects” (March 24-27, 2026) Tallinn, Estonia. International Science Group. 2026. 201 p.

**ISBN – 979-8-90214-582-0**

**DOI – 10.46299/ISG.2026.1.12**

## EDITORIAL BOARD

<u>Pluzhnik Elena</u>	Professor of the Department of Criminal Law and Criminology Odessa State University of Internal Affairs Candidate of Law, Associate Professor
<u>Liudmyla Polyvana</u>	Department of accounting, Audit and Taxation, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
<u>Mushenyk Iryna</u>	Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Mathematical Disciplines, Informatics and Modeling. Podolsk State Agrarian Technical University
<u>Prudka Liudmyla</u>	Odessa State University of Internal Affairs, Associate Professor of Criminology and Psychology Department
<u>Marchenko Dmytro</u>	PhD, Associate Professor, Lecturer, Deputy Dean on Academic Affairs Faculty of Engineering and Energy
<u>Harchenko Roman</u>	Candidate of Technical Sciences, specialty 05.22.20 - operation and repair of vehicles.
<u>Belei Svitlana</u>	Ph.D., Associate Professor, Department of Economics and Security of Enterprise
<u>Lidiya Parashchuk</u>	PhD in specialty 05.17.11 "Technology of refractory non-metallic materials"
<u>Levon Mariia</u>	Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Scientific direction - morphology of the human digestive system
<u>Hubal Halyna</u> <u>Mykolaiivna</u>	Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

## TABLE OF CONTENTS

AUTOMATION AND COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES		
1.	Нікітін А.О., Бояркін А.О., Агаркова С.А. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ У СУЧАСНИХ БЕЗПЛОТНИХ СИСТЕМАХ: АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВБУДОВАНІ ОБЧИСЛЕННЯ ТА АВТОНОМНІСТЬ	9
2.	Нікітін А.О., Бояркін А.О., Агаркова С.А. ІНТЕГРАЦІЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ З ПРОМИСЛОВИМИ ІНТЕРФЕЙСАМИ (CAN, MODBUS)	12
AVIATION AND SPACE TECHNOLOGY		
3.	Pryimak L. AERODROME GROUND SUPPORT EQUIPMENT SAFETY AS A SYSTEM OF INTEGRATION OF DESIGN, REGULATION AND RISK MANAGEMENT	16
4.	Syniakov O., Kalugin I. ОБМЕЖЕННЯ ТРАЄКТОРІЇ ПОЛЬОТУ БПЛА ЗА АЕРОДИНАМІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ТА ІНШИМИ НЕГАТИВНИМИ ФАКТОРАМИ ВПЛИВУ	19
CHEMISTRY		
5.	Klimko Y., Koshchii I. ACYLIMINE SALTS AS REAGENTS IN REACTIONS C- AND N-ALKYLATION	22
CYBERSECURITY AND INFORMATION PROTECTION		
6.	Вороной О., Паламарчук Н., Паламарчук С., Побережець Т., Шугалій О. ФШИНГ У КІБЕРПРОСТОРИ УКРАЇНИ: ЗАГРОЗИ КІБЕРСТІЙКОСТІ	26
7.	Сисоєнко С. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТУ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ПСЕВДОВИПАДКОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОЇ КРИПТОГРАФІЇ	30

8.	Тур О.М., Шабуніна В.В., Орел О.О. ВПЛИВ ОСВІТНІХ, МЕДІЙНИХ І ГРОМАДСЬКИХ ІНІЦІАТИВ НА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОГНІТИВНОЇ СТІЙКОСТІ ТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ В УМОВАХ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОТИСТОЯННЯ ТА КІБЕРЗАГРОЗ	33
ECONOMICS		
9.	Horskyi V. ECONOMIC ASSESSMENT OF MODERNIZATION SCENARIOS FOR UKRAINE'S DISTRICT HEATING SYSTEMS IN THE CONTEXT OF POST-WAR RECOVERY	37
10.	Kolodiichuk V., Stanko V., Stanko S. THE IMPACT OF WARTIME FACTORS ON THE FUNCTIONING OF UKRAINE'S AGRICULTURAL SECTOR	42
11.	Voloshchuk D., Kasianova N. INNOVATION ECOSYSTEMS OF THE EUROPEAN UNION AND THEIR APPLICATION IN UKRAINE	46
12.	Шестерняк М.М. АНАЛІТИКА ДАНИХ У СУЧАСНОМУ АУДИТІ: ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ АУДИТОРСЬКИХ ДОКАЗІВ	51
EDUCATION		
13.	Horzhui D. INTEGRATING MEDICAL TERMINOLOGY IN EFL CURRICULA	56
14.	Лучкевич М.М. ЦИФРОВО-ПЕДАГОГІЧНА ЕКОСИСТЕМА DEVOPS- ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ІТ-ГАЛУЗІ	63
15.	Штаєр Р.В. ФІНСЬКИЙ ДОСВІД ПІДГОТОВКИ ДОКТОРІВ ФІЛОСОФІЇ: МОЖЛИВОСТІ ТВОРЧОЇ ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ	67
ELECTRICAL ENGINEERING		
16.	Дубко А.Г., Чвортко Н.А., Мацас Е.Е., Буряк В.Ю. АНАЛІТИЧНЕ ТА ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ ГУСТИНИ СТРУМУ В ЕЛЕКТРОДАХ ЕЛЕКТРОХІРУРГІЧНОГО ІНСТРУМЕНТУ	72

INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES		
17.	Блажко О., Халаміренко О. АВТОМАТИЗОВАНЕ СТВОРЕННЯ ДВОМОВНИХ ФЛЕШ-КАРТОК ДЛЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ МАРКЕРНОЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ	77
LAW		
18.	Khoptynskyi A., Petrenko M. DIE PERSONENFREIZÜGIGKEIT IM EU-BINNENMARKT ALS INSTRUMENT RECHTLICHER UND SOZIOÖKONOMISCHER INTEGRATION	83
19.	Капустник В.В. СПІВВІДНОШЕННЯ НОРМ ПРАВА І МОРАЛІ У ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ МЕДИЧНОГО ПРАЦІВНИКА: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ	87
20.	Капустник Н.Г. ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЦИВІЛЬНОГО ПРОЦЕСУ В УКРАЇНІ: ДОКАЗУВАННЯ, ЕЛЕКТРОННІ ДОКАЗИ ТА ПРОЦЕСУАЛЬНІ ГАРАНТІЇ	91
MANAGEMENT		
21.	Лазар Я. МЕХАНІЗМ УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОГО РИНКОВОГО СЕРЕДОВИЩА	94
MEDICINE		
22.	Alyakbarova V.F., Baktybaeva A.G., Petrova Y., Zhanakhmetova S.Z., Zhumamuratova K. MODERN ALGORITHM FOR MANAGING PATIENTS WITH PCOS DURING PREGNANCY PLANNING	101
23.	Капустнык В. PATHOGENETIC DETERMINANTS OF ARTERIAL HYPERTENSION AND PERIPHERAL CIRCULATION DISORDERS IN PATIENTS WITH VIBRATION DISEASE	108
24.	Koval V., Kainara V., Denysenko K. POST-COVID-19 HYPERCOAGULABLE STATES IN CHILDREN	111

25.	Kurmanova A.K. MODERN APPROACHES TO POST-STROKE NEUROREHABILITATION: RESTORING BRAIN FUNCTION AND MOVEMENT	114
26.	Mussina D., Olzhabekova B.A., Oryngali M.N., Azizuly A., Mazakova B.E. EARLY DIAGNOSIS OF ENDOMETRIAL CANCER IN WOMEN WITH OBESITY AND POLYCYSTIC OVARY SYNDROME	121
27.	Mykytenko G., Nechval D. THE JAK-STAT SIGNALING PATHWAY IN THE PATHOGENESIS AND TREATMENT OF RHEUMATOID ARTHRITIS: FROM MOLECULAR MECHANISMS TO CLINICAL PRACTICE	129
28.	Артықбай А.Ш., Жүсіп А.Қ., Халикулова Н.М. ЖҮКТІ ӘЙЕЛДЕРДЕГІ TORCH-ИНФЕКЦИЯЛАР: ЕМДЕУ ЖӘНЕ НӘТИЖЕЛЕРІ	133
29.	Капустник Н.В. ВПРОВАДЖЕННЯ СТРАТЕГІЇ ПРИСКОРЕНОГО ВІДНОВЛЕННЯ (ERAS) У ПРАКТИКУ ГІНЕКОЛОГІЧНОГО ВІДДІЛЕННЯ: КЛІНІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ АСПЕКТИ	139
30.	Павлов О.Д., Павлова О.О. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОДЕГРАДУЮЧИХ ПОЛІМЕРІВ ДЛЯ ЗАПОЛНЕННЯ КІСТКОВИХ ДЕФЕКТІВ ПРИ БОЙОВІЙ ТРАВМІ	143
PHILOLOGY		
31.	Лахно Н.В. КОЛОРИСТИЧНИЙ КОМПОНЕНТ В ОНОМАСТИЧНОМУ ПРОСТОРІ КИЄВА	146
PHILOSOPHY		
32.	Алексеевко О. РЕЛІГІЙНО-ФІЛОСОФСЬКА АНТРОПОЛОГІЯ ПАМФІЛА ЮРКЕВИЧА В КОНТЕКСТІ ФОРМУВАННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ДУМКИ МОДЕРНОВОЇ ДОБИ	150

PHYSICAL CULTURE AND SPORTS		
33.	Lysenko A., Myshko V. INTEGRATION OF PHYSICAL AND TECHNICAL PREPARATION IN THE DEVELOPMENT OF YOUNG DANCESPORT ATHLETES	155
34.	Калашник Н. ФАЄРФАЙТИНГ У СИСТЕМІ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ РЯТУВАЛЬНИКІВ: МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС	163
PSYCHOLOGY		
35.	Хаустова Т.М. ЕМПАТІЯ ЯК ОСНОВА ПСИХОЛОГІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ТА ВНУТРІШНЬОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ ОСОБИСТОСТІ: МЕТОД ЕЛНМ У ПРАКТИЦІ ЕМОЦІЙНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ	166
36.	Чубіна Т.Д., Коротяєва Л.М. ІННОВАЦІЙНІ ПАРАДИГМИ ВІРТУАЛЬНОЇ СИМУЛЯЦІЇ У ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО ГАРТУВАННЯ ТА ФОРМУВАННЯ БОЙОВОЇ СТІЙКОСТІ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ	173
PUBLIC MANAGEMENT AND ADMINISTRATION		
37.	Шалена Л.В. НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ІМПОРТУ ТОВАРІВ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ	176
SOCIOLOGY		
38.	Панов А.В., Панова А.О., Янчишин В.Р. ПРОМИСЛОВІСТЬ У США	179
TRANSPORT		
39.	Tamargazin O., Svitlana K. PROMISING DEVELOPMENT AND MODERNIZATION OF AIRFIELD EQUIPMENT	188

40.	Алексейчук Б.М. МОДЕЛЮВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ТОЧНОСТІ ОБСЕРВАЦІЇ СУДНА ВІД ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ЛІНІЙ ПОЛОЖЕННЯ	192
41.	Макаров В.М., Білан Т.Р. ГРАНИЧНІ ОБСЯГИ ІМПОРТУВАННЯ ВУГІЛЛЯ З УРАХУВАННЯМ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ	197

# **ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ У СУЧАСНИХ БЕЗПЛОТНИХ СИСТЕМАХ: АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВБУДОВАНІ ОБЧИСЛЕННЯ ТА АВТОНОМНІСТЬ**

**Нікітін Артем Олексійович,**

PhD, асистент кафедри мехатроніки та електротехніки  
Національного аерокосмічного університету  
«Харківський авіаційний інститут»

**Бояркін Андрій Олександрович**

старший викладач кафедри мехатроніки та електротехніки  
Національного аерокосмічного університету  
«Харківський авіаційний інститут»

**Агаркова Світлана Анатоліївна**

старший викладач кафедри мехатроніки та електротехніки  
Національного аерокосмічного університету  
«Харківський авіаційний інститут»

**Актуальність теми.** Розвиток сучасних безпілотних систем (СБС) стрімко зростання: за прогнозами, ринок досягне 55,8 млрд USD до 2030 року з CAGR 7,8 % [1]. Мікроконтролери та вбудовані обчислювальні системи є ключовим елементом забезпечення стабільності польоту, автономної навігації, обробки даних у реальному часі та інтеграції з системами безпеки. Водночас низька вартість, енергоефективність і відкритий код залишаються пріоритетними вимогами, особливо для дослідницьких і прикладних задач у моніторингу, логістиці та безпеці. Аналіз сучасної літератури дозволяє виділити тенденції застосування мікроконтролерів у різноманітних безпілотних платформах і запропонувати рекомендації для вітчизняних розробок.

У статті Çelebi та Aydın (2025) мікроконтролер представлено як центральний елемент борту СБС [1]. Він виконує обробку даних з інерційного вимірювального блоку, забезпечує гіростабілізацію, самовирівнювання, утримання висоти, утримання позиції, повернення до точки старту та навігація за маршрутними точками. Плата розраховує необхідні швидкості моторів, реагує на аварійні сценарії (наприклад, повернення при низькому заряді батареї) і підтримує автономну навігацію. Комунікація з вимірювальним блоком відбувається через протоколи SPI, UART та I2C; плата інтегрується з регулятором обертів СБС (ESC-регулятором), GPS-модулем, барометром і компасом. Автори підкреслюють, що плата управління польотом вимагає налаштування параметрів у програмному забезпеченні, оскільки не запрограмована під конкретну конфігурацію СБС.

У роботі Ortiz Córdoba, Molina Zarca та Skármeta (2023) проводиться огляд платформи Raspberry Pi як бортового Multi-access Edge Computing-вузла [2]. Платформа використовується для динамічного розгортання віртуальних мережевих функцій у контексті 5G/B5G-безпеки. Мікроконтролер Raspberry Pi взаємодіє з польотним контролером через протокол MAVLink (або MSP), забезпечуючи виконання політик безпеки. Реалізовані віртуальні мережеві функції для динамічного завантаження точок маршруту у бортовий контролер та ML-модель для розпізнавання патернів на зображеннях. Експерименти показали час готовності системи після отримання політики безпеки менше 3 секунд (проактивний режим з десятьма точками маршруту) та близько 1 секунди для реактивного локального реагування. Це дозволяє СБС виконувати автономні польоти з локальними реакціями без постійного зв'язку з наземною станцією [2].

У роботі Ortega, Loyaga, Cruz та ін. (2023) описано гібридну систему на базі Raspberry Pi 4 та Pixhawk Cube 2.1 [3]. Raspberry Pi виступає низьковартісним вбудованим обчислювачем для системи LOAS (Landing & Obstacle Avoidance). Комунікація здійснюється за протоколом MAVLink. Використовується датчик відстані LIDAR Lite v3 та проста камера NoIR v1. Мікроконтролер обробляє зображення за допомогою OpenCV, забезпечує автономну посадку та уникнення перешкод. Тести в контрольованих умовах продемонстрували успішність 90 %. Автори підкреслюють мінімальне додаткове енергоспоживання порівняно з комерційними аналогами, що критично важливо для тривалих місій у важкодоступних районах [3].

Дослідження Fraser, Pretorius, Herpworth та Botha (2025) присвячено розробці власного PX4-сумісного flight controller на базі мікроконтролера STM32F405 (Cortex-M4, 168 МГц, 192 кБ SRAM, 1 МБ flash) [4]. Дизайн повністю відповідає відкритим стандартам Pixhawk (pin-out, uORB-топіки) і інтегрується з відкритим ПЗ PX4-Autopilot, QGroundControl та MATLAB/Simulink. Мікроконтролер забезпечує драйвери сенсорів (IMU BMI088, барометр BMP388), зовнішню комунікацію (MAVLink, ROS2), зберігання даних та алгоритми керування польотом. Порівняння з комерційними рішеннями (Crazyflie Bolt 1.1 та Pixhawk 6C) показало еквівалентну продуктивність при значно нижчій вартості. Автори наголошують на можливості розширення для різних типів СБС (мультикоптери, типу літаюче крило та ін.) та інтеграції з інструментами симуляції [4].

**Аналіз** наведених досліджень дозволяє виділити два основних типи мікроконтролерів:

а) класичні MCU (STM32 серії) у бортових польотних контролерах – для стабілізації, обробки даних IMU та безпосереднього керування моторами [1, 4];

б) одноплатні комп'ютери (Raspberry Pi 4) як бортові обчислювальні вузли – для складної обробки (комп'ютерний зір, ML) [2, 3].

Ключові ж функції включають: збір і обробку сенсорних даних (акселерометр, гіроскоп, барометр, GPS, LIDAR), розрахунок керуючих сигналів для ESC-регуляторів, реалізацію автономних маневрів (зліт, посадка, навігація за маршрутними точками), динамічне реагування на події (безпекові, перешкоди) та інтеграцію з мережами 5G/MEC [1–4].

Протоколи комунікації – MAVLink (основний для взаємодії з бортовим контролером), SPI/UART/I2C (з IMU), uORB (внутрішні повідомлення PX4) [2–4].

Перевагами ж є: низька вартість і відкритий код (PX4, NuttX RTOS, rtmavlink); масштабованість від мікро-дронів (Crazyflie) до вантажних платформ; висока інтеграція з AI/ML, комп'ютерним зором та системами безпеки; швидка реакція (1–3 с) і автономність у відсутності постійного зв'язку [1–4].

До недоліків можна віднести: зростання енергоспоживання при ML-обробці, обмежена обчислювальна потужність для складних моделей у реальному часі, залежність від точності сенсорів та необхідність налаштування параметрів під конкретну платформу [2, 3].

**Висновки.** Мікроконтролери забезпечують повний цикл автономності сучасних безпілотних систем – від базової стабілізації до інтелектуальної обробки даних і реакції на загрози [1–4]. Гібридні архітектури (STM32 + Raspberry Pi) поєднують надійність керування з потужністю обчислень. Найперспективнішими напрямками є: інтеграція AI/ML безпосередньо на MCU, сумісність з 6G/ZSM-фреймворками, подальше зниження ваги та енергоспоживання, а також розробка національних низьковартісних платформ для моніторингу надзвичайних ситуацій, сільського господарства та безпеки [2, 4].

Результати аналізу підтверджують, що застосування відкритих стандартів (Pixhawk, PX4, MAVLink) дозволяє швидко створювати конкурентні рішення, адаптовані до реальних умов експлуатації.

### Список літератури

1. Çelebi Y., Aydın H. Multicopter Unmanned Aerial Vehicle Systems: An In-Depth Analysis of Hardware, Software, And Communication Systems // Journal of Aviation. – 2025. – Vol. 9, No. 1. – P. 225–240. – DOI: 10.30518/jav.1567696.
2. Ortiz Córdoba J., Molina Zarca A., Skármeta A. Unmanned Aerial Vehicle Multi-Access Edge Computing as Security Enabler for Next-Gen 5G Security Frameworks // Intelligent Automation & Soft Computing (IASC). – 2023. – Vol. 37, No. 2. – P. 2307–2332. – DOI: 10.32604/iasc.2023.039067.
3. Ortega L.D., Loyaga E.S., Cruz P.J., Lema H.P., Abad J., Valencia E.A. Low-Cost Computer-Vision-Based Embedded Systems for UAVs // Robotics. – 2023. – Vol. 12, No. 6. – Art. 145. – DOI: 10.3390/robotics12060145.
4. Fraser D., Pretorius A., Hepworth J., Botha N. Embedded systems design of a low-cost flight controller for use in UAV platforms // MATEC Web of Conferences. – 2025. – Vol. 417. – Art. 04006. – DOI: 10.1051/matecconf/202541704006.

## **ІНТЕГРАЦІЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ З ПРОМИСЛОВИМИ ІНТЕРФЕЙСАМИ (CAN, MODBUS)**

**Нікітін Артем Олексійович,**  
PhD, асистент кафедри мехатроніки та електротехніки  
Національного аерокосмічного університету  
«Харківський авіаційний інститут»

**Бояркін Андрій Олександрович**  
старший викладач кафедри мехатроніки та електротехніки  
Національного аерокосмічного університету  
«Харківський авіаційний інститут»

**Агаркова Світлана Анатоліївна**  
старший викладач кафедри мехатроніки та електротехніки  
Національного аерокосмічного університету  
«Харківський авіаційний інститут»

**Актуальність теми.** Сучасна промисловість, енергетика та автоматизовані системи вимагають надійного та гнучкого обміну даними між мікропроцесорними пристроями, датчиками, приводами та централізованими системами керування. Промислові інтерфейси Modbus та CAN вже десятиліттями залишаються основою для такого обміну завдяки своїй простоті, відкритості та сумісності з різними апаратними платформами. Modbus, створений ще в 1978 році, став справжнім стандартом завдяки можливості роботи як через послідовні лінії, так і через Ethernet, що дозволяє легко поєднувати старі та нові пристрої в єдину мережу. CAN, у свою чергу, забезпечує високу надійність у реальних умовах виробництва за рахунок апаратної обробки пріоритетів і виявлення помилок.

Інтеграція цих інтерфейсів з мікропроцесорними системами дозволяє створювати недорогі, але потужні рішення для моніторингу, керування та передачі даних у реальному часі.

Modbus є одним із найпоширеніших протоколів промислової автоматизації завдяки своїй надзвичайній простоті та універсальності. Він працює в режимі «майстер-підлеглий», де один пристрій ініціює запити, а інші відповідають, що робить його ідеальним для систем, де потрібно регулярно зчитувати дані з багатьох датчиків. Перевагою є відкритий характер протоколу, відсутність ліцензійних платежів і легка адаптація як до послідовних ліній, так і до Ethernet-мереж. Це дозволяє інтегрувати застарілі пристрої з сучасними IoT-платформами без значних витрат.

Проте Modbus має й суттєві недоліки: він залежить від режиму постійного опитування (polling), що збільшує навантаження на мережу та може призводити до затримок у великих системах. Крім того, кількість підключених пристроїв

обмежена, а відсутність вбудованих механізмів пріоритезації робить його менш придатним для критичних задач, які вимагають обробки даних в режимі реального часу.

На противагу цьому, CAN забезпечує взаємодію без центрального майстра з багатьма типами пристроїв. Кожен пристрій може самостійно ініціювати передачу, а апаратна арбітрація пріоритетів гарантує, що важливіші повідомлення не затримуються. Це робить CAN незамінним у системах, де потрібна висока надійність і детермінований час реакції – наприклад, у керуванні електричними машинами чи енергетичним обладнанням. Недоліком CAN є менша гнучкість при роботі з Ethernet та необхідність додаткових шлюзів для інтеграції з хмарними сервісами. На практиці ці два протоколи часто розглядаються як взаємодоповнюючі: Modbus – для загального моніторингу, CAN – для локального керування в режимі реального часу.

**Аналіз.** У дослідженні [1] автори створили спеціальний шлюз, який дозволяє мікропроцесорній системі одночасно працювати з пристроями Modbus RTU через послідовну лінію та Modbus TCP через Ethernet. Основна ідея полягала в тому, щоб спростити складну мережеву топологію, де раніше доводилося використовувати дорогі промислові контролери. Шлюз самостійно обробляє запити від обох типів пристроїв, зберігає налаштування в енергонезалежній пам'яті та надає користувачеві зручний інтерфейс для зміни параметрів.

Переваги такого підходу очевидні: значне зниження вартості системи порівняно з традиційними ПЛК, можливість працювати в реальному часі та гнучкий мапінг ідентифікаторів пристроїв, що полегшує розширення мережі. Крім того, шлюз автоматично обробляє помилкові ситуації та видає відповідні повідомлення, що підвищує надійність. Недоліком є залежність від правильного налаштування бази даних – при помилках конфігурації система може видавати виняткові коди, що вимагає додаткової уваги оператора. Загалом, це рішення ідеально підходить для невеликих і середніх підприємств, де потрібна швидка інтеграція без значних інвестицій.

У дослідженні [2] проведено порівняння різних промислових протоколів саме в контексті IoT-платформ. Автори проаналізували реальні дані з виробничих об'єктів, відгуки користувачів та апаратні можливості пристроїв, щоб визначити, який протокол найкраще підходить для сучасних інтернет-речей систем. Modbus RTU та TCP виявилися лідерами завдяки своїй універсальності та низькій вартості впровадження.

Перевагою такого підходу є чіткі рекомендації для розробників: протокол дозволяє легко інтегрувати сенсори та лічильники в хмарні сервіси без втрати сумісності. Автори підкреслюють, що Modbus чудово працює в вертикальній інтеграції – від датчиків на виробництві до систем MES і ERP. Недоліком є необхідність додаткових шлюзів для повної інтегрованості з іншими IoT-протоколами, такими як OPC UA. Дослідження доводить, що Modbus залишається найкращим вибором для енергетичного моніторингу та автоматизації, де важлива простота та масштабованість.

У дослідженні [3] мікропроцесорна система була використана для створення компактного пристрою, який зчитує дані з промислових лічильників енергії, температури та вологості та передає їх на сервер хмарових обчислень. Система поєднує Modbus RTU з бездротовим або дротовим Ethernet, зберігає дані на локальній карті пам'яті та дозволяє переглядати результати через мобільний додаток.

Переваги рішення вражають: моніторинг в режимі реального часу без дорогого обладнання, автоматичне збереження даних навіть при тимчасовій відсутності інтернету та зручний інтерфейс для користувача. Це особливо корисно для малого та середнього бізнесу, де раніше моніторинг енергії був надто дорогим. Недоліком же є залежність від стабільності Wi-Fi або Ethernet – при обривах зв'язку система перемикається на локальне зберігання, але не завжди встигає передати всі дані відразу. Загалом, робота демонструє, як мікропроцесорні системи роблять енергетичний аудит доступним і ефективним.

Наступне дослідження [4] описує створення локального веб-сервера на мікропроцесорній платформі, який дозволяє отримувати дані від сенсорів та керувати реле через звичайний браузер. Система має двопроцесорну архітектуру: один процесор відповідає за веб-інтерфейс і Ethernet, а інший – виключно за Modbus RTU. Це дозволяє розвантажити основний контролер і підвищити швидкість обробки даних.

Перевагою є повна незалежність від зовнішніх серверів: все працює локально, дані доступні через інтернет, а налаштування здійснюється через зручне меню. Користувач може легко додавати нові сенсори без перепрограмування. До недоліків можна віднести необхідність окремого процесора для Modbus, що трохи ускладнює монтаж, а також в цілому обмежена кількість одночасно підключених пристроїв. Робота ідеально підходить для наукових досліджень і невеликих телеметричних систем, де важлива простота та надійність.

У дослідженні Elamanov S. [5] пропонує спеціальний інтерфейсний модуль (IPE), який дозволяє Modbus-пристроєм повноцінно працювати в сучасній IoT-платформі oneM2M. Modbus-реєстри перетворюються на стандартизовані ресурси, що дає змогу додаткам читати та записувати дані без знання деталей протоколу.

Перевага полягає в повній абстракції: розробник IoT-додатку працює лише з високорівневими командами, а технічні деталі бере на себе модуль. Це значно прискорює створення нових сервісів і забезпечує сумісність з іншими протоколами. Недоліком є деяке додаткове навантаження на систему через перетворення даних, хоча автори показали зменшення часу отримання інформації на третину. Дослідження відкриває шлях до справжньої Industry 4.0, де старі Modbus-пристрої легко інтегруються в хмарні екосистеми.

Дослідники Zagan I., Găitan V. G. розглянули шляхи оптимізації самого процесу опитування даних [6]. Автори проаналізували, як час збору інформації зростає, коли реєстри розкидані по адресах, і запропонували логічне групування

запитів та додавання часових міток. Це дозволило значно скоротити загальний цикл оновлення даних на мікропроцесорній платформі.

Перевагою є підвищення характеристик обробки даних в режимі реального часу без заміни обладнання – система стала швидшою та детермінованішою. Недоліком залишається потреба в спеціальному програмному забезпеченні для групування, що вимагає додаткових налаштувань. Робота особливо корисна для великих мереж, де стандартне опитування призводить до неприйнятних затримок.

Хоча більшість статей фокусуються на Modbus, практичне використання інтерфейсів демонструє, що CAN чудово доповнює Modbus у гібридних системах. CAN забезпечує миттєву реакцію на події без постійного опитування, що критично важливо для керування приводами та захистом обладнання. Основною його перевагою є висока надійність у шумному промисловому середовищі. Недоліком – складніша інтеграція з Ethernet, тому найкращим рішенням є комбінований шлюз Modbus-CAN на одній мікропроцесорній платформі.

**Висновки.** Інтеграція мікропроцесорних систем з Modbus та CAN є потужним інструментом для сучасної автоматизації. Низька вартість, гнучкість, легка інтеграція з IoT та хмарними сервісами, можливість моніторингу в реальному часі є їх основними перевагами. До недоліків можна віднести: залежність від опитування в Modbus, обмежену кількість вузлів та необхідність додаткових модулів для повного інтегрування. Запропоновані архітектури дозволяють значно спростити промислові мережі, знизити витрати та підвищити надійність.

### Список літератури

1. KARACA S., AKBATI O. MODBUS GATEWAY DESIGN USING ARM MICROPROCESSOR // International Journal of Innovation Scientific Research and Review. 2021. Vol. 03, Iss. 06.

2. KOCAMUFTUOGLU A. et al. A Comparative Study on Industrial Communication Protocols Using IoT Platforms // The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering & Mathematics. 2021. Vol. 14.

3. LE LONG H. et al. Integration of Modbus-Ethernet Communication for Monitoring Electrical Power Consumption, Temperature, and Humidity // Journal of Robotics and Control. 2024. Vol. 5, No. 6.

4. Пуйда В. Я. Локальний web-сервер телеметричної системи з сенсорами взаємодії за протоколом Modbus // Computer Systems and Networks. 2021. Vol. 3, No. 1.

5. Elamanov S. et al. Interworking between Modbus and internet of things platform for industrial services // Digital Communications and Networks. 2024. Vol. 10.

6. Zagan I., Găitan V. G. Enhancing the Modbus Communication Protocol to Minimize Acquisition Times Based on an STM32-Embedded Device // Mathematics. 2022. Vol. 10. 4686.

## **AERODROME GROUND SUPPORT EQUIPMENT SAFETY AS A SYSTEM OF INTEGRATION OF DESIGN, REGULATION AND RISK MANAGEMENT**

**Pryimak Liudmyla**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of Air Transport Department  
National University “Kyiv Aviation Institute”

Aerodrome operations, as a critical link between air and ground operations, require safety and systematic risk management. In accordance with internationally recognized frameworks, particularly those established by the International Civil Aviation Organization (ICAO), aerodrome safety is achieved through the integration of regulatory compliance, engineering design, operational procedures, and continuous safety improvement processes.

Key aspect of aerodrome ground support equipment operations is safety [1]. Particular emphasis on the nature of accidents, the role of aerodrome design, and the implementation of safety zones and measures are important aspects with ICAO Standards and Recommended Practices (SARPs), and reflects a risk-based approach to safety management. In this context, greater importance is assigned to minimizing the possibility of accidents and incidents, reducing their potential consequences, protecting human life, aerodrome infrastructure, and providing the continuity of safe and efficient operations of aerodrome ground support equipment.

Aerodrome planning and design represent critical components of safety framework [2]. Properly designed infrastructure, consistent with ICAO Annex 14 provisions, can significantly reduce both the frequency and severity of aerodrome-related occurrences.

The majority of accidents, approximately 80%, occur within the aerodrome movement area, including runways, taxiways, and apron areas. More specifically, these accidents tend to occur within a lateral distance of approximately 150 m from the runway centreline and extend longitudinally up to approximately 900 m beyond the runway threshold. Within this area, accidents often result in significant structural damage to aircraft and aerodrome ground support equipment pose a high risk to human life, so, aerodrome design measures aimed to decrease such hazards.

In particular, the removal of obstacles within runway approach and departure areas contributes directly to improved safety outcomes. Given that the majority of aircraft accidents occur within or in close proximity to the aerodrome, ICAO Annex 14 specifies the provision of defined safety areas intended to reduce the risk of damage to aircraft, ground support equipment and injury to persons. Runway end safety area shall be provided at each end of a runway strip. According to ICAO Annex 14, the minimum length of a runway end safety area shall be 90 m, while a length of 240 m is recommended where practicable, particularly for larger aerodromes.

To provide the measures to enhance safety in addition to compliance with SARPs, aerodrome operators may implement supplementary measures to further enhance safety performance: communication installations, power transmission lines, etc.

Aerodrome design measures for safety level increasing include three main features, listed below.

Aerodrome service roads and emergency access routes shall be constructed to all-weather standards, maintained level with the surrounding area, and free from discontinuities such as drainage depressions, curbs, or rigid structures that could damage an aircraft or impede emergency operations.

Steep embankments within safety areas shall be eliminated or regraded to provide smooth, gradual slopes. All fixed obstacles-including lighting structures, signage, and vegetation-shall be removed or designed as frangible elements in accordance with ICAO requirements.

Aircraft accidents occurring beyond the aerodrome boundary shall not present significant access limitations for emergency services and ground support equipment. Accordingly, access roads and emergency gates shall be provided at runway ends. Such gates shall be designed to allow rapid and unobstructed entry and exit for rescue and fire-fighting vehicles, including under emergency conditions.

Thus, aerodrome ground support equipment safety is a complex issue that requires the coordinated application of engineering principles [3, 4], operational procedures [5], and regulatory compliance with ICAO SARPs.

From a contemporary aviation safety perspective, it is evident that absolute risk elimination is not achievable; however, through adherence to ICAO standards and the application of proactive safety strategies, risks can be maintained at an acceptable level.

Therefore, continuous improvement, supported by data analysis, decision making and effective safety level, remains essential for the sustainable development of safe aerodrome ground support equipment operations.

### **References:**

1. EN 1915-1:2001+A1:2009: Aircraft ground support equipment – General requirements – Part 1: Basic safety requirements – CEN: 2009, – 47 p.

2. International Civil Aviation Organization. Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation: Aerodromes. Volume I — Aerodrome Design and Operations. Montreal: ICAO, 2022. 870 p.

3. O. Tamargazin, L. Pryimak S. Kabyka Analytical justifications for the development of a simulation model of maintenance of aviation ground equipment taking into account the need for spare parts and materials / Science-intensive technologies № 4(68), 2025, C. 581-590.

4. Pryimak L. Technological solutions for enhancing the safety and service life of passenger boarding stairs at airports. Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference "Current trends in the development of science and society". Oslo, Norway 2026. (March 10-13, 2026), Pp. 17-19.

5. Dovhal A., Pryimak L. Influence of external factors on the operational reliability of locking mechanisms of two-section self-propelled boarding stairs at airports. Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference "Digitalization and sustainable development: from technology to society", Florence, Italy. 2026 (March 17-20, 2026), P.p 28-32.

# ОБМЕЖЕННЯ ТРАЄКТОРІЇ ПОЛЬОТУ БПЛА ЗА АЕРОДИНАМІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ТА ІНШИМИ НЕГАТИВНИМИ ФАКТОРАМИ ВПЛИВУ

**Syniakov Oleksandr**

Student Institute of Naval Forces of the National University  
“Odesa Maritime Academy”

**Kalugin Ivan**

Student Institute of Naval Forces of the National University  
“Odesa Maritime Academy”

Безпілотні літальні апарати (БПЛА), відомі також як дрони, знаходять широке застосування в військових, цивільних та комерційних сферах, включаючи моніторинг, доставку вантажів та аерофотозйомку. Однак планування траєкторії польоту суттєво обмежується аеродинамічними характеристиками апарату та зовнішніми негативними факторами. Аеродинамічні обмеження охоплюють параметри, такі як кут атаки, швидкість та висота, які впливають на стабільність, маневреність та ефективність. Додаткові негативні впливи, включаючи вітер, турбулентність, енергетичні обмеження, перешкоди та погодні умови, можуть спричинити відхилення від оптимальної траєкторії, зростання енергоспоживання та ризику аварій. Ця стаття аналізує ці фактори на основі сучасних досліджень, акцентуючи увагу на методах оптимізації для підвищення безпеки та продуктивності[1][2][3].

Аеродинамічні властивості БПЛА визначають їхню здатність до стабільного польоту та виконання маневрів. Ключовим фактором є кут атаки, який найбільше впливає на аеродинамічну ефективність: оптимальний кут близько  $4^\circ$  забезпечує максимальне співвідношення підйомної сили до опору, тоді як перевищення  $8^\circ$  може викликати зрив потоку, турбулентні вихорі та втрату підйомної сили, обмежуючи траєкторію в режимах високих навантажень або швидких змін висоти. Висота польоту також критична: на висотах понад 9-11 км ефективність знижується через розріджене повітря, вимагаючи більшої тяги для підтримки стабільності[1][4].

Швидкість польоту менш впливає, але в поєднанні з ефектом близькості до землі (ground effect) може як покращувати, так і ускладнювати траєкторію. На низьких висотах (0,05-0,5 м) тяга гвинтів зростає завдяки блокуванню вихорів, зменшуючи опір і підвищуючи ефективність, але в режимі горизонтального польоту (до 8 м/с) тяга спочатку падає, а потім збільшується через домінування опору, що не враховується стандартними моделями для вертольотів. Це вимагає адаптивних моделей для прогнозування траєкторії, особливо для мультироторних БПЛА[5][6].

Крім аеродинамічних характеристик, траєкторія БПЛА обмежується зовнішніми факторами, такими як вітер, енергетичні ресурси, перешкоди та погодні умови.

Вітер та турбулентність є критичними: пориви 10-15 м/с можуть знизити точність траєкторії на 30%, викликаючи асиметричні сили та втрату стабільності. У міських умовах вітрові зсуви (shear) призводять до швидких змін аеродинамічних умов, вимагаючи динамічного коригування шляху. Оптимізація траєкторії з урахуванням вітру (наприклад, використання апвітру для підйому) може зменшити енергоспоживання на 20-50%, але ігнорування турбулентності підвищує ризики[8][9].

Енергетичні обмеження, пов'язані з акумуляторами, обмежують дальність: споживання залежить від швидкості, висоти, опору повітря та навантаження. У міських середовищах алгоритми планування (наприклад, A-star з урахуванням вітру) дозволяють використовувати сприятливі вітрові зони, зменшуючи витрати на 7,7-50,6% порівняно з найкоротшими шляхами. Інтеграція сонячної енергії та динамічного ширяння (dynamic soaring) у траєкторії типу O може знизити споживання на 39,86% та збільшити зарядку на 86,34%, але вимагає врахування кутів нахилу та напрямку вітру[3][10][11].

Перешкоди та динамічні середовища додають обмежень: статичні (будівлі) та динамічні (автомобілі, птахи) вимагають алгоритмів уникнення зіткнень (наприклад, RRT або APF), з урахуванням зон заборони польотів. У випадку прив'язаних БПЛА (tethered) для подолання батареїних обмежень аеродинаміка тросу впливає на форму та напругу, вимагаючи моделювання опору для реального часу симуляції[12][13].

Погодні фактори, як дощ, обледеніння чи вологість, погіршують аеродинаміку, знижуючи точність сенсорів і збільшуючи опір. Висока вологість впливає на стабільність, а атмосферний тиск – на ефективність гвинтів, вимагаючи реального часу коригування траєкторії[14].

Обмеження траєкторії польоту БПЛА зумовлені аеродинамічними характеристиками (кут атаки, висота, швидкість) та негативними факторами (вітер, енергія, перешкоди, погода), що вимагає комплексного планування. Застосування алгоритмів оптимізації, таких як A-star чи hp adaptive pseudo-spectral, дозволяє мінімізувати ризики та підвищити ефективність. Подальші дослідження мають зосередитися на інтеграції ШІ для адаптації в реальному часі, забезпечуючи безпечні операції в складних умовах[15].

### Список використаної літератури

1. Advances in UAV Path Planning: A Comprehensive Review of Methods, Challenges, and Future Directions. MDPI, 2025. URL: <https://www.mdpi.com/2504-446X/9/5/376>
2. A comprehensive study on the aerodynamic influence of stationary and moving obstacles on an isolated phantom DJI 3 UAV propeller. IET Journals, 2024. URL: <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1049/tje2.12374>

3. Energy Optimal Flight Path Planning for Unmanned Aerial Vehicles in Urban Environments. Qucosa, 2025. URL: <https://tud.qucosa.de/api/qucosa:100324/attachment/ATT-0>
4. Computational fluid dynamics analysis of aerodynamic characteristics in long-endurance unmanned aerial vehicles. PMC, 2024. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11489356>
5. Analysis of Ground Effect for Small-scale UAVs in Forward Flight. NSF PAR. URL: <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10181219>
6. Improving UAV Drone Maneuverability through Aerodynamics. Linablu. URL: <https://linablu.com/improving-uav-drone-maneuverability-through-aerodynamics>
7. Modeling of UAV Tether Aerodynamics for Real-Time Simulation. arXiv.org, 2025. URL: <https://arxiv.org/html/2512.22588v1>
8. A Study of Wind Shear Influences on the Aerodynamic... MDPI, 2023. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/6/3764>
9. Optimal trajectory planning of a small UAV using solar energy and wind energy. AIP Publishing, 2023. URL: <https://pubs.aip.org/aip/adv/article/13/5/055134/2893155/Optimal-trajectory-planning-of-a-small-UAV-using>
10. Effects of Advanced Modeling on High-Performance, Multi... URL: <https://digital.lib.washington.edu/researchworks/items/34a7ac42-a7f5-4878-91cf-4d419e560f1f/full>
11. A Survey of Medical Drones from Flight Dynamics... arXiv.org, 2026. URL: <https://arxiv.org/html/2602.06969v1>
12. How Far Can a Drone Fly? Drone Flight Ranges & Legal... URL: <https://www.dronepilotgroundschool.com/how-far-can-a-drone-fly>
13. Modeling of UAV Tether Aerodynamics for Real-Time Simulation. arXiv.org, 2025. (Repeated for emphasis on tethered systems)
14. Effects of Advanced Modeling on High-Performance, Multi... (Repeated for weather impacts)
15. Advances in UAV Path Planning: A Comprehensive Review... (Repeated for conclusion) [ilotnikiv\\_dlja\\_zsu-4565.html](http://ilotnikiv_dlja_zsu-4565.html)

## ACYLIMINE SALTS AS REAGENTS IN REACTIONS C- AND N-ALKYLATION

**Klimko Yurii**

Ph.D, Ass. prof

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

Kiyv. Ukraine

**Koshchii Iryna**

Ph.D, prof

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

Kiyv. Ukraine

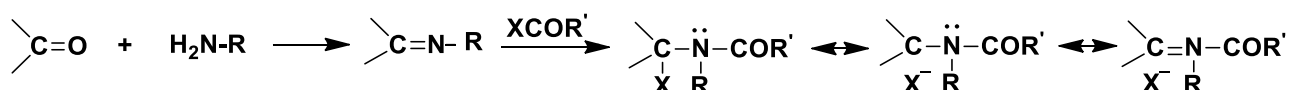
### Introduction

Acyliiminium salts are electrophilic reagents that potentially allow the introduction of various bulk nitrogen-containing groups in aromatic structures, to synthesize important, but inaccessible by other methods, heterocycles. However, the examples in the literature are limited to only a few cases of C-alkylation of aromatic substrates and the synthesis of 2-azetidiones. In the presented work the range of possible aromatic and heteroaromatic objects for alkylation with various acyliiminium salts is expanded. Thus, 1-p-tolyl-N-p-methoxyphenyl-3-oxotetrahydroisoquinoline and 3,4-(2,3-thiopheno)-N-p-methoxyphenyl-5-p-tolyl-2-pyralidone were synthesized. With yields of 54 and 46%, respectively. The fundamental possibility of using acyliiminium salts for N-alkylation of aliphatic amines and amino acid esters is shown. Synthesized N-[1-methyl-p-tolyl-1-(p-tolylamido-N'-p-methoxyphenyl)] isopropylamine, methyl esters of N-[1-methyl-p-tolyl-1-(p-tolylamido-N'-n-methoxyphenyl)] glycine, valine, dimethylglycine and adamantglycine with yields of 53, 49, 47 and 36%, respectively. The structure of all synthesized compounds is proved by physicochemical methods.

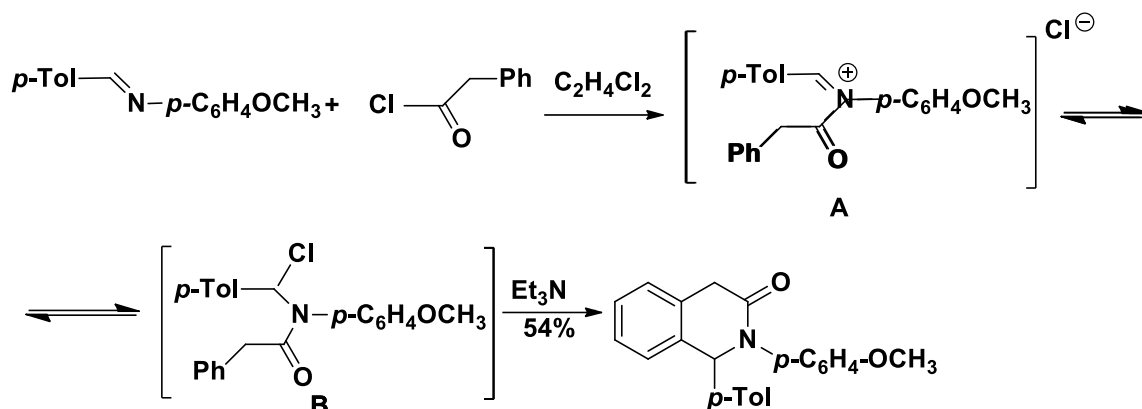
**Key words:** aciiminium salt, C-alkylation, N-alkylation, triethylamine.

Amidoalkylating reagents, as can be seen from the literature [1,2], are of great importance for the synthesis of various derivatives of heterocycles by C- or N-alkylation. However, acyliiminium salts, which belong to this class of reagents, have been used only for C-alkylation and only in a few cases [2], in particular, for the synthesis of important 2-azetidiones. The aim of the work was both to expand the range of objects for C-alkylation with acyliiminium salts and to determine the possibilities of using the latter for N-alkylation.

When considering the reactivity of acyliiminium salts, first of all, we must take into account their electrophilic nature. The unshared electron pair of the nitrogen atom, although conjugated to a carbonyl group, still has a significant effect on the C-X bond due to the  $\alpha$ -effect.



**R, R' = Alk, Ar; X = Hal, O-, N-, S- or P-containing groups.**



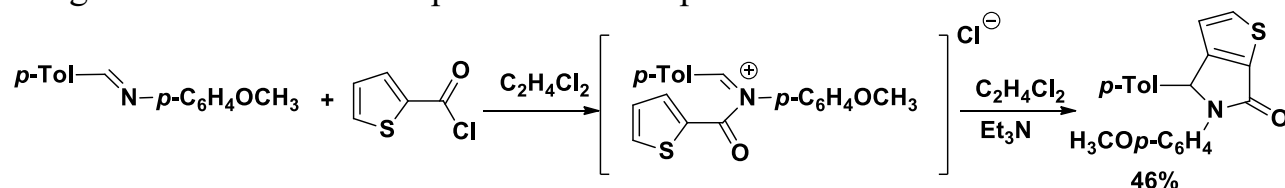
The contribution of ionic structures undoubtedly depends on the electronic nature of the substituent X, but even for N-1-haloalkylamides in the steady state it is not dominant, although it provides increased mobility of functional substituents X in reactions with nucleophiles. Interestingly, the electrophilicity of amidoalkylating agents can increase significantly in the presence of not only mineral acids or Lewis acids, but also bases. In the latter case, an important role is obviously played by intermediates with active electrophilic ability.

As a reagent in our studies was used acyliminium salt obtained from the corresponding Schiff base and phenylacetic acid chloride according to standard methods [2]. Such salts are not stable, they exist only in solutions for a limited time.

Advantageously, there is an equilibrium between the ionic structure (A) and the covalent structure (B).

Similar acyliminium salts have been used to alkylate the benzene nucleus [2]. The authors used  $\text{AlCl}_3$  as a catalyst. However, when trying to reproduce this experiment, strong tarring was observed and the target product could not be isolated. When Lewis acid was replaced by  $\text{Et}_3\text{N}$ , a 4-hour boiling in dichloroethane gave an alkylation product in 54% yield. The following signals are observed in the PMR spectrum of the isolated compound: methyl group ( $\delta = 2.36$  ppm), methoxyl group ( $\delta = 3.74$  ppm), methylene group ( $\delta = 4.24$ , 1H,  $j = 3$ , 3 Hz,  $\delta = 4.87$ , 1H,  $j = 3.3$  Hz), hydrogen atoms in aromatic cycles ( $\delta = 6.79$ - 7.33 ppm). The IR spectrum shows at  $1760\text{ cm}^{-1}$  the valence vibrations of the amide carbonyl group.

It would be interesting to use the acyliminium salt to alkylate another aromatic system also under the influence of  $\text{Et}_3\text{N}$ . For this purpose, a suitable salt based on 2-thiophenecarboxylic acid chloride was obtained. An experiment was performed where, by analogy with the above, intramolecular alkylation of the thiophene ring to position 3 was allowed. Alkylation to position 5, which could be an alternative as the most favorable, is impossible due to the formation of a double-bonded bridge structure at the bridge head. Substitution to position 4 is not possible for the same reason.

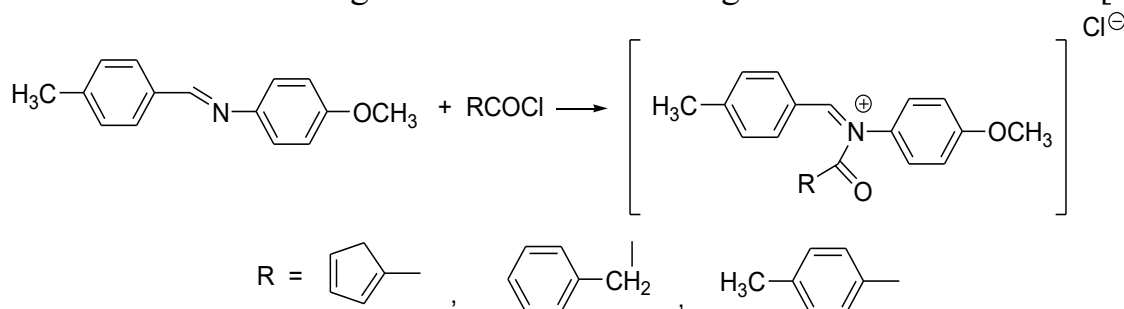


The experiment was performed under the same conditions. The alkylation product was isolated with a yield of 46%. In the PMR spectrum ( $\delta$ , ppm) of the alkylation

product there are signals: methyl group (2.31), methoxyl group (3.82), hydrogen in phenyl nuclei (6.81-7.21), hydrogen in the thiophene fragment (6.53, 1H,  $j = 6.6$  Hz, 7.55, 1H,  $j = 6.6$  Hz), tertiary hydrogen singlet (7.91). The IR spectrum shows at 1680  $\text{cm}^{-1}$  the valence vibrations of the amide carbonyl group. These data prove the structure of the synthesized compound.

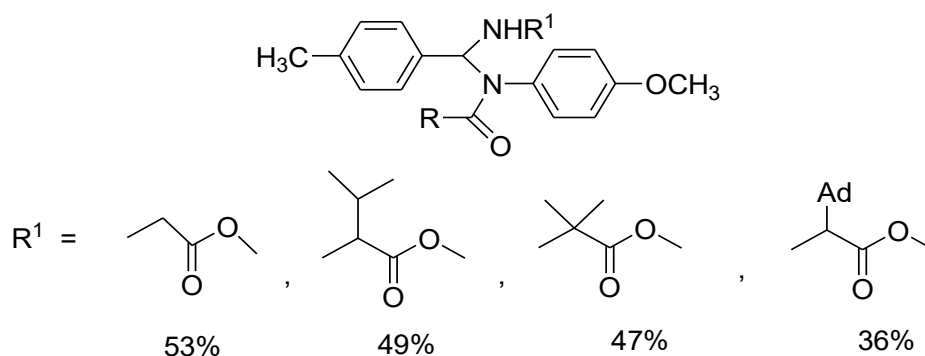
*Reaction of acyliminium salts with amino acid esters.*

For the first time, the possibility of N-alkylation of amino acids of acyliminium salts with the formation of appropriate N-alkylamides is shown. Yield acyliminium salts were obtained according to the scheme according to the standard method [1,2].



Development of the method of synthesis of potentially biologically active compounds based on acyliminium salts and natural amino acids.

Synthesis was carried out by boiling reagents in dichloromethane in the presence of triethylamine.



Yield for the corresponding esters are indicated in the scheme. A wide range of diverse radicals. As in the amino acid, and in acylating components leads to a large number of compounds with possible physiological activity. All synthesized substances were identified by spectroscopic methods.

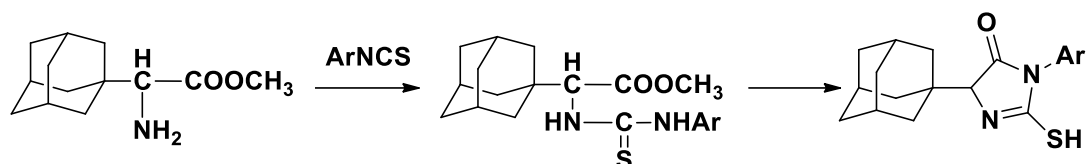
A convenient method of synthesis of potentially physiologically active compounds based on natural amino acids has been developed.

*Adamantylcontaining derivatives of natural  $\alpha$ -amino acids.*

Adamantylglycin was synthesized by method [3]. As arylisothiocyanates, the following reagents of the company Lankaster were used: phenylisothioate, p-chlorophenylisothioate, 2-naphthylisothioate. Studies of NMR <sup>1</sup>H spectra were performed on the JEOL spectrometer (90 MHz) in CDCl<sub>3</sub>, chemical shifts were measured in  $\delta$ -shift. Chromatomass spectra are measured on the Hewlett-Packard 5890-II device with a detector MSD 59771A (capillary 30 m, HP-1, 100-250 °C, 10° / min).

Thiohydantoines are formed by cyclization of  $\alpha$ -amino acids phenylthiocarbonyl derivatives by acidic agents action. This reaction is used for the determination

aminoacids followance of peptides for Edman's. We have found that thioures forming under heating methyl-1-adamantyl glycine ester with various isothiocyanates in benzene give thiohydantoines spontaneously with quantitative yield. The PMR spectrums analysis has shown produced thiohydantoines to exist in solution as thioenol form exclusively. For example, Ar = Ph: 7.8 ppm, SH; 3.57 ppm, singlet CH. The obtained substances could be interesting as matters for biological study.



### Reference

- [1]. Bohme H., Hartke K.// Chem. Ber.-1963.-96, №2-S.600-603.
- [2]. Drach B.S., Brovarets V.S., Smoliy O.B.//Synthesis of nitrogen-containing heterocyclic compounds based on amidoalkylating agents/ Kyiv.: Naukova Dumka, 1992.- 174 p.
- [3]. Krasutsky P.A., Novicova M.I., Semenova I.G. Chim. pharm. 2., 1985. V.19, #17, pp. 825-829.

## **ФІШИНГ У КІБЕРПРОСТОРИ УКРАЇНИ: ЗАГРОЗИ КІБЕРСТІЙКОСТІ**

**Вороной Олександр,**

Науковий співробітник

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

**Паламарчук Наталія,**

Провідний науковий співробітник

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

**Паламарчук Світлана,**

Начальник науково-дослідного відділу

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

**Побережець Тетяна,**

Науковий співробітник

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

**Шугалій Ольга,**

Старший науковий співробітник

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

В умовах повномасштабної збройної агресії проти України кіберпростір став однією з ключових сфер протистояння, що створює постійні виклики для кіберстійкості держави (її інституцій та цифрової інфраструктури). Традиційні військові дії дедалі частіше поєднуються з цифровими атаками на критичну та військову інфраструктуру (зокрема, енергетику, транспорт, системи управління різних сфер життєдіяльності тощо), виводяться з ладу інформаційні системи/державні реєстри, знищуються та викрадаються дані, кількість кібератак постійно зростає. Серед кібератак, інформаційно-психологічних операцій та дезінформаційних кампаній, значну загрозу становлять фішингові атаки, що реалізуються за рахунок людського фактору – неуважність, незнання, некомпетентність. В цілому, при фішингових атаках, зловмисники використовують психологічні гачки за трьома основними емоційними слабкостями людини, це: терміновість, страх, жадібність, коли будь-яка з цих емоцій переважає, – обережність та критичне мислення відходять на другий план. Ключове тут – атака спрямована не на технічну систему, а на людину/користувача, як на найслабшу ланку в системі кіберзахисту [1, 5].

Фішингові атаки можуть реалізовуватися через різні канали комунікацій: електронну пошту; SMS-повідомлення; месенджери; підроблені веб-сайти; телефонні дзвінки; соціальні мережі; інтернет-рекламу тощо. Часто, для підвищення рівня довіри жертви, зловмисники застосовують гібридні атаки

комбінуючи канали зв'язку, наприклад, спочатку надсилають повідомлення на електронну пошту (чи месенджери), а потім телефонують. За спрямованістю атак розрізняють масовий та цільовий фішинг.

**Масовий фішинг** (*mass phishing*) передбачає масову розсилку повідомлень з однаковим змістом, не має конкретної жертви, орієнтований на охоплення максимальної кількості користувачів із мінімальними витратами ресурсів, що робить його особливо привабливим інструментом у межах повномасштабної та гібридної агресії. Масовість фішингових кампаній досягається завдяки використанню автоматизованих засобів розсилки електронних листів, повідомлень у месенджерах та SMS-повідомлень, а також через компрометовані акаунти у соціальних мережах. Особливу роль у забезпеченні масовості відіграють інструменти штучного інтелекту (які дозволяють аналізувати великі обсяги інформації про людину та генерувати контент, який майже неможливо відрізнити від оригіналу) та великі мовні моделі, які дозволяють швидко генерувати велику кількість унікалізованих повідомлень. Таким чином, масовий фішинг поєднує масштабність із елементами персоналізації, що значно підвищує його ефективність у порівнянні з традиційними шаблонними атаками [2, 3].

**Цільовий фішинг** (*spear phishing*) спрямований на конкретну особу або організацію, передбачає попередній збір інформації про жертву, характеризується високим рівнем персоналізації повідомлень. Цільовий фішинг передбачає ретельну підготовку та великі витрати ресурсів (людських, часу та коштів) і є значно небезпечнішим, оскільки якісно підготовлені повідомлення складно відрізнити від легітимних. Але і ймовірність проведення такої атаки набагато успішніша, ніж атака за допомогою масового фішингу [2, 4].

З появою штучного інтелекту фішингові атаки дедалі частіше застосовуються не лише з метою фінансового шахрайства, викрадення даних і паролів, а й для створення умов для подальших складних кібератак (як початковий етап ланцюга атак, що включає встановлення шкідливого програмного забезпечення, збір розвідувальної інформації та іншу підготовку). Крім того, фішинг використовується як інструмент інформаційно-психологічного впливу та дестабілізації суспільства, компрометації державних органів, військових формувань, волонтерських організацій тощо [5].

Фішингові атаки в умовах війни в Україні є не лише кіберзлочинною діяльністю, а й невід'ємним її плацдармом, при цьому характерними є як масові, так і цільові атаки, які спрямовані на окремих посадових осіб, зокрема, військовослужбовців або ключових співробітників організацій. Поруч із цим, зміст фішингових повідомлень адаптується до воєнного контексту та пов'язаний із суспільно чутливими темами, зокрема, про мобілізацію, соціальні виплати, гуманітарну допомогу, евакуацію населення або втрати особового складу тощо. Експлуатація таких болючих і суспільно значущих тем забезпечує високий рівень залучення користувачів до взаємодії із зловмисниками та суттєво підвищує ймовірність успішної реалізації фішингових атак. Окрему небезпеку становить застосування автоматизованих інструментів та елементів штучного інтелекту для створення правдоподібних фішингових повідомлень (AI-фішинг)

українською—мовою. У поєднанні з високим рівнем психологічного навантаження на населення, зокрема, співробітників сектору безпеки і оборони, це значно підвищує успішність атак. AI-фішинг характеризується високим рівнем персоналізації, на основі даних із відкритих джерел (OSINT), соціальних мереж та злитих баз даних, зловмисники формують індивідуальні повідомлення, які імітують офіційний стиль державних органів, командирів підрозділів, волонтерських організацій або фінансових установ. Це значно ускладнює виявлення фішингових атак як користувачами, так і традиційними технічними засобами захисту [2, 5, 8].

**Основні проблеми кібербезпеки.** Окрім зазначеного (ведення війни в кіберпросторі України) та попри поступове зростання обізнаності населення щодо основ кібербезпеки, як зазначається в [6, 7], існує ряд системних проблем, це: низька цифрова грамотність окремих категорій населення, насамперед людей старшого віку; застаріле обладнання у державному секторі; використання неліцензійного програмного забезпечення (або без оновлення); недостатня мотивація до навчання та підвищення цифрової грамотності (особливо якщо за власний кошт та в не робочий/вільний час); дефіцит фахівців з кібербезпеки та обмежене фінансування заходів з кіберзахисту. При цьому, кількість атак зростає, механізми їх реалізації не стоять на місці (штучний інтелект, дипфейк-технології, соціальні мережі та ін.), все активно використовується зловмисниками, ситуація ускладнюється тим, що на даний момент не існує засобів захисту інформації, які були б здатні гарантовано детектувати та запобігати атакам, що починаються з фішингу, в якому зловмисники використовують людський фактор як уразливість системи, і лише технічних (програмних) засобів захисту у цьому випадку недостатньо [2, 4, 6-8].

Тому, протидія фішингу (як і в цілому, соціальній інженерії) повинна розглядатися як один із напрямів забезпечення кіберстійкості України і має поєднувати:

вдосконалення державної політики у сфері кібербезпеки, в частині: встановлення відповідальності за створення та поширення фейкового цифрового контенту; затвердження стандартів з етичного застосування штучного інтелекту; затвердження національної стратегії кібергігієни та ін.;

організаційні заходи: регулярне навчання та тренінги персоналу; підвищення цифрової грамотності (обізнаності) населення, зокрема, кібергігієна; формування культури цифрової безпеки (будь-які інформаційні кампанії в ЗМІ, соціальна реклама в інтернеті та ЗМІ, а також зовнішня реклама, телепередачі про можливі шахрайства та правила безпеки будуть актуальними) [6, 7];

технологічні рішення: впровадження систем виявлення та реагування на кіберзагрози (Endpoint Detection and Response, EDR та Extended Detection and Response, XDR), моніторингу та фільтрації трафіку, багатфакторної автентифікації та ін.

Окрім цього, надважливо розвивати у користувачів навички критичного аналізу інформації та перевірки джерел у цифровому середовищі. Ці підходи

узгоджуються з концепцією Zero Trust, що базується на принципі: “нікому не довіряй – завжди перевірй”.

### Список літератури:

1. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 15 жовтня 2021 року “Про Стратегію інформаційної безпеки”, введене в дію Указом Президента України від 28.12.2021 року № 685/2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/685/2021#Text> (дата звернення: 03.03.2026).

2. Кравченко В., Руденко О., Доманов І., Казначей С. Аналіз фішинг-атак. Дослідження методів запобігання та захисту. Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. 2022. Вип. № 1(11) С. 85–95. URL: <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.11.2022.10> (дата звернення: 23.02.2026).

3. Савченко В.А. Дослідження потенційного впливу соціальної інженерії на процеси цифрової трансформації. Зв’язок, № 3, 2024. С. 12–17. URL: <https://doi.org/10.31673/2412-9070.2024.031217> (дата звернення: 23.02.2026).

4. Якименко Ю., Рабчун Д., Запорожченко М. Місце соціальної інженерії в проблемі витоку даних та організаційні аспекти захисту корпоративного середовища від фішингових атак з використанням електронної пошти. Кібербезпека: освіта, наука, техніка № 1 (13), 2021. С. 6–15. URL: <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2021.13.615> (дата звернення: 23.02.2026).

5. Паламарчук Н., Паламарчук С., Вороной О., Овсянніков В., Побережець Т., Протидія соціальній інженерії в умовах цифрової трансформації: цифрова грамотність та технології. The 1st International scientific and practical conference “Innovative approaches to solving scientific problems in education” (January 06-09, 2026. Hamburg, Germany) (208 p.). Pp. 38-40. URL: <https://isg-konf.com/uk/innovative-approaches-to-solving-scientific-problems-in-education/>.

6. Звіт про базове дослідження щодо інформованості цільових аудиторій про основні аспекти кібербезпеки. Для CRDF Global. 2021. 71 с. URL: <https://surl.li/lzxqrx> (дата звернення: 03.03.2026).

7. Звіт про проміжне дослідження щодо інформованості цільових аудиторій про основні аспекти кібербезпеки. Для CRDF Global. 2023. 72 с. URL: <https://surl.li/icvklc> (дата звернення: 03.03.2026).

8. Наконечна Є. Російські кібер-операції. Аналітика за перше півріччя 2025. Державна служба спеціального зв’язку та захисту інформації України. URL: <https://share.google/IOTmsj2iUvUPZUINk> (дата звернення: 03.03.2026).

# ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТУ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ПСЕВДОВИПАДКОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОЇ КРИПТОГРАФІЇ

**Сисоєнко Світлана**

к.т.н., доцент;

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння  
та військової техніки, Україна

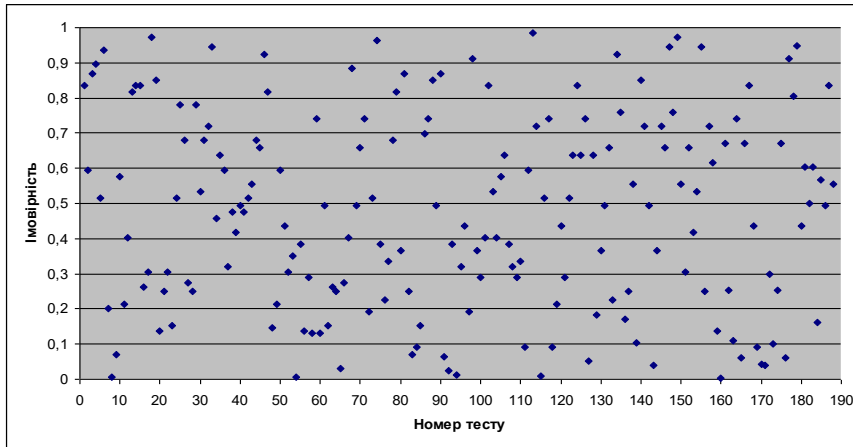
Для вирішення задач моделювання складних криптографічних систем та об'єктів, широко використовуються псевдовипадкові послідовності для оцінки швидкості та стійкості криптоперетворень [1]. Під час криптоперетворень для формування ключових послідовностей, основною перевагою криптографічного перетворення є висока швидкість реалізації криптоалгоритмів. На основі якісних показників псевдовипадкових послідовностей [2, 3], проводяться дослідження методів оцінки якості псевдовипадкової послідовності синтезованої на основі операцій криптографічного перетворення інформації та підвищення стійкості псевдовипадкових послідовностей до лінійного криптоаналізу, являються актуальною проблемою.

Метою доповіді є теоретичне обґрунтування способів вдосконалення методу підвищення стійкості псевдовипадкових послідовностей для систем комп'ютерної криптографії.

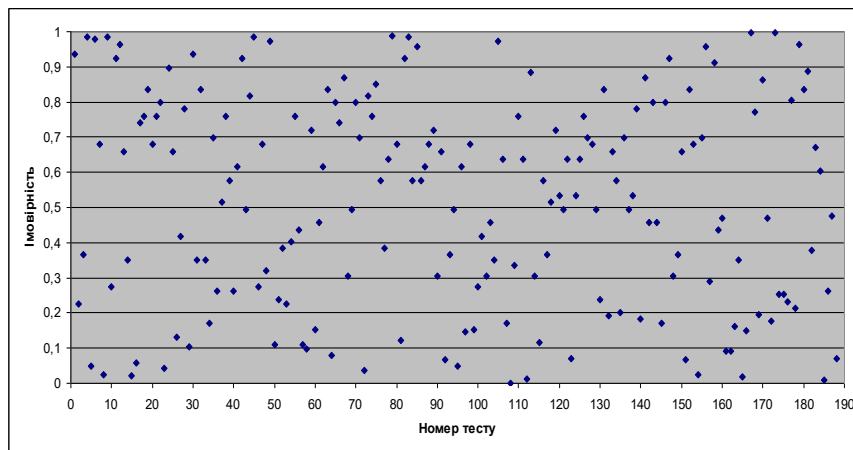
Перевірку якості псевдовипадкових послідовностей на стійкість до атак лінійного криптоаналізу пропонується використання пакету NIST\_STS.

Національний інститут стандартів і технологій США (NIST) розробляє стандарти кібербезпеки, рекомендації, правила, найкращі практики та інші інструменти. Для того, щоб надавати точну інформацію для довгострокових досліджень, які передбачають розвиток технологій і майбутні виклики, NIST пропонує більш ніж тисячу стандартних довідкових матеріалів [4-5].

Статистичні портрети результатів тестування псевдовипадкових послідовностей, отриманих на основі незалежних випадкових дворозрядних операцій криптоперетворення інформаційної послідовності з наступним додаванням отриманих результатів за модулем два та чотири наведені (рисунки 1-2).



**Рисунок 1.** Статистичний портрет програмної реалізації алгоритму формування псевдовипадкових послідовностей за модулем 2



**Рисунок 2.** Статистичний портрет програмної реалізації алгоритму формування псевдовипадкових послідовностей за модулем 4

Аналіз статистичних портретів показує, що псевдовипадкова послідовність, отримана на основі незалежних операцій криптоперетворення з наступним додаванням отриманих результатів за модулем два має незначні переваги відносно стійкості до лінійного криптоаналізу порівняно з псевдовипадковою послідовністю, отриманою на основі додавання за модулем чотири результатів незалежних дворозрядних операцій криптографічного перетворення.

За результатами дослідження встановлено, що сучасні вдосконалені методи криптографічного захисту інформації показують, що одним із перспективних шляхів підвищення стійкості псевдовипадкових послідовностей для систем комп'ютерної криптографії є використання логічних операцій криптографічного перетворення інформації на основі комбінації генераторів псевдовипадкових чисел.

**Список використаних джерел**

1. Gnatyuk, S., Burmak, Y., Berdibayev, R., Aleksander, M., & Ospanova, D. (2021). Method for developing pseudo-random number generators for cryptographic applications in 5g networks. Electronic Professional Scientific Edition "Cybersecurity: Education, Science, Technique", 4(12), 151-162.  
<https://doi.org/10.28925/2663-4023.2021.12.151162>
2. Smirnova, T., Burmak, Y., Ulichev, O., Usik, P., & Dorenskyi, O. (2021). Стійка функція шифрування удосконаленого модуля криптографічного захисту інформації в інформаційнокомунікаційних системах. Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка», 1(13), 183–201.  
<https://doi.org/10.28925/2663-4023.2021.13.183201>
3. Svitlana Sysoienko, Iryna Myronets, Vira Babenko. (2019). Practical Implementation Effectiveness of the Speed Increasing Method of Group Matrix Cryptographic Transformation. Proceedings of the Second International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2019), Zaporizhzhia, Ukraine, April 15-19, 2019. CEUR Workshop Proceedings 2353, CEUR-WS. p.402 – 412.  
<http://ceur-ws.org/Vol-2353/>.
4. Taherdoost H. Understanding Cybersecurity Frameworks and Information Security Standards. A Review and Comprehensive Overview. Electronics, 2022. 11 (14). P. 2181.
5. Hijji M. and Alam G. Cybersecurity Awareness and Training (CAT) Framework for Remote Working Employees. Sensors, 2022. 22. P. 86

# **ВПЛИВ ОСВІТНІХ, МЕДІЙНИХ І ГРОМАДСЬКИХ ІНІЦІАТИВ НА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОГНІТИВНОЇ СТІЙКОСТІ ТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ В УМОВАХ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОТИСТОЯННЯ ТА КІБЕРЗАГРОЗ**

**Тур Оксана Миколаївна,**

доктор наук із соціальних комунікацій, професор, професор,  
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

**Шабуніна Вікторія Валентинівна,**

кандидат філологічних наук, доцент, доцент  
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

**Орел Олександр Олександрович,**

аспірант,  
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

В умовах тривалого інформаційного протистояння та гібридної війни підвищення когнітивної стійкості суспільства в Україні стало одним із пріоритетних напрямів державної політики, діяльності медіа. Когнітивна стійкість у цьому контексті розглядається як здатність особистості й спільнот зберігати критичність мислення, емоційну врівноваженість і раціональність суджень під впливом інтенсивних інформаційних атак, дезінформації та маніпулятивних нарративів. Формування такої стійкості здійснюється через комплекс освітніх, медійних і громадських ініціатив, спрямованих на розвиток медіаграмотності, критичного мислення та інформаційної гігієни, про що зазначають науковці [1; 2].

Вагоме місце у цьому процесі посідають освітні ініціативи, що реалізуються як у формальній, так і в неформальній освіті. Починаючи з 2014 року, в Україні поступово інтегруються елементи медіаграмотності у шкільні та університетські програми, зокрема в межах курсів із громадянської освіти, журналістики, соціальних комунікацій та інформаційної справи.

Одним із ключових інструментів підвищення рівня медіаграмотності є онлайн-курс «Very Verified 2.0» (освітня платформа «EdEra»), що пропонує практичні модулі з аналізу інформації, розпізнавання фейків, ідентифікації джерел, виявлення маніпулятивних технік, а також розвитку медіа- й інформаційної грамотності в цифровому середовищі. Такий курс сприяє зміцненню когнітивної стійкості шляхом навчання конкретних навичок, необхідних для ефективного протидіяння дезінформації.

Значний вплив має Національний проєкт із медіаграмотності «Фільтр», ініційований за підтримки державних інституцій, який об'єднує онлайн-курси, тренінги та інформаційні кампанії для різних вікових груп [3]. Національний

проект із медіаграмотності «Фільтр» є центральною державною ініціативою, спрямованою на підвищення рівня медіаграмотності та критичного мислення в Україні. Проект був започаткований у 2021 році Міністерством культури та інформаційної політики України як відповідь на інформаційні загрози в умовах гібридної війни та повномасштабної агресії. Основною метою ініціативи є формування в українців навичок свідомого, відповідального й критичного споживання інформації, що забезпечує стійкість до маніпуляцій, фейків і пропаганди. Проект «Фільтр» покликаний об'єднати зусилля державних органів, громадського сектору, медіаспільноти та міжнародних партнерів задля створення системи медіаграмотності як життєво важливої компетентності сучасної людини. У межах проекту розробляються комплексні освітні ресурси, навчальні курси, інтерактивні матеріали, публікації та мультимедійний контент, які доступні широкій аудиторії – від школярів, студентів до педагогів, журналістів і загального громадського кола.

Серед широкомасштабних ініціатив також – національний тест із медіаграмотності, що проводиться на регулярній основі. Цей тест, який став частиною проекту «Фільтр», дозволяє оцінити рівень медіа- та інформаційної грамотності громадян, і кожного року збирає значну кількість учасників по всій Україні. За даними 2025 року, тест охопив понад 66 000 учасників, серед яких 34 470 успішно завершили завдання. Це свідчить про зростання усвідомлення важливості медіаграмотності в українському суспільстві та про ефективність масштабних просвітницьких кампаній [4].

Інформаційна активність проекту також включає організацію всеукраїнських уроків медіаграмотності, які проводяться за підтримки міжнародних партнерів, таких як Програма розвитку ООН (UNDP), USAID та інші. Всеукраїнський урок, проведений у 2023 році, зібрав понад 100 тисяч переглядів на телебаченні та онлайн, у 2024 році – близько 80 тисяч [5].

Стратегічним компонентом проекту є розробка Національної стратегії розвитку медіаграмотності до 2026 року, підготовка якої включала експертні сесії за участю представників центральних органів влади, медіаосвітніх спільнот і міжнародних організацій. Така стратегія має стати дороговказом для подальшої системної роботи з підвищення медіаграмотності в Україні [6].

Загалом національний проект «Фільтр» є комплексним механізмом, що інтегрує освітні, медійні та громадські зусилля задля посилення когнітивної стійкості українців. Він не лише пропонує інструменти для критичної оцінки інформації, а й стимулює культурну зміну ставлення до медіаспоживання – від пасивного сприйняття до активного й усвідомленого аналізу контенту, що є критично важливим у контексті інформаційних війн і сучасних гібридних загроз.

Не менш важливу роль відіграють медійні ініціативи, які сприяють підвищенню стійкості аудиторії через відповідальну журналістику та просвітницький контент. Українські суспільні та незалежні медіа дедалі частіше поєднують інформування з пояснювальною функцією, розкриваючи механізми інформаційних маніпуляцій і дезінформаційних кампаній. Проекти фактчекінгу, аналітичні рубрики та спеціальні медіапрограми допомагають аудиторії не лише

отримувати перевірену інформацію, а й розуміти контекст її створення та поширення. У такий спосіб медіа виступають не пасивними трансляторами повідомлень, а активними учасниками формування когнітивної стійкості суспільства.

Особливе значення мають також громадські ініціативи, які діють на перетині освіти, медіа та громадянського суспільства. Такі організації, як StopFake, VoxCheck, Detector Media, Інститут масової інформації та низка регіональних проєктів, реалізують тренінги, публічні лекції, інформаційні кампанії та дослідницькі проєкти, спрямовані на протидію дезінформації. Їхня діяльність має довгостроковий ефект, оскільки сприяє формуванню сталих навичок критичного аналізу та зменшенню когнітивної вразливості різних соціальних груп. Важливою особливістю таких ініціатив є орієнтація на практичні кейси з українського інформаційного простору, що підвищує ефективність навчання та рівень довіри аудиторії.

У сукупності освітні, медійні та громадські ініціативи формують багаторівневу систему підвищення когнітивної стійкості в Україні. Вони взаємодіють між собою, доповнюючи одна одну: освіта закладає базові компетентності, медіа забезпечують їх щоденне застосування, а громадські проєкти – адаптацію до актуальних інформаційних загроз. Для фахівців з інформаційної справи участь у реалізації та координації таких ініціатив є важливою професійною функцією, оскільки саме вони забезпечують якість, надійність і структурованість інформаційних потоків.

Отже, розвиток освітніх, медійних та громадських ініціатив з підвищення когнітивної стійкості є стратегічно важливим напрямом для України в умовах гібридної війни. Їхня системна реалізація сприяє не лише протидії дезінформації, а й формуванню зрілої, відповідальної аудиторії, здатної критично взаємодіяти з інформаційним середовищем і зберігати когнітивну автономію в кризових умовах.

### Список літератури:

1. Тур О., Шабуніна В., Орел О. Роль медіаграмотності як контртехнології: український досвід протидії дезінформації. *Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ»*, (November 28, 2025; Cambridge, UK). Pp. 201–204. <https://doi.org/10.36074/logos-28.11.2025.038>.

2. Шабуніна В. В., Тур О. М. Медіаграмотність як ключовий фактор інформаційної безпеки особистості. *Матеріали VII Міжнародної наук.-практ. конф. «Психолого-педагогічні, правові та соціально-культурні проблеми сучасного суспільства»*. Кременчук, 2023. С. 42-43.

3. Національний проєкт «Фільтр» – медіаграмотність. URL: <https://mindev.gov.ua/diialnist/informatsiia-dlia-vpo/derzhavna-dopomoha-dlia-vpo/informatsiina-pidtrymka/natsionalnyi-proiekt-filtr-mediahramotnist>. (дата звернення: 21.03.2026).

4. Як українці склали Національний тест з медіаграмотності у 2025 році: результати та висновки. URL: <https://filter.mcsc.gov.ua/news/yak-ukrainsi-sklaly-natsionalnyu-test-z-mediahramotnosti-u-2025-rotsi-rezultaty-ta-vysnovky/> (дата звернення: 21.03.2026).

5. Всеукраїнський урок медіаграмотності вже зібрав 28 тисяч переглядів на ютубі. URL: <https://ms.detector.media/trendi/post/38664/2025-11-25-vseukrainskyu-urok-mediahramotnosti-vzhe-zibrav-28-tysyach-pereglyadiv-na-yutubi/> (дата звернення: 21.03.2026).

6. Стратегія Міністерства культури та інформаційної політики України з розвитку медіаграмотності на період до 2026 року. URL: <https://mincult.gov.ua/news/strategiya-ministerstva-kultury-ta-informacijnoyi-polityky-ukrayiny-z-rozvytku-mediahramotnosti-na-period-do-2026-roku/> (дата звернення: 21.03.2026).

# **ECONOMIC ASSESSMENT OF MODERNIZATION SCENARIOS FOR UKRAINE'S DISTRICT HEATING SYSTEMS IN THE CONTEXT OF POST-WAR RECOVERY**

**Horskyi Vitalii**

PhD (Doctor of Philosophy), Research Scientist  
General Energy Institute of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The conditions of Ukraine's post-war recovery necessitate a profound transformation of district heating systems, with a focus on improving energy efficiency, reducing dependence on imported energy resources, and ensuring economic resilience. In this context, particular importance is attached to assessing the economic feasibility of implementing modern technological solutions, including combined heat and power (CHP), building thermal retrofitting, and the integration of renewable energy sources.

The aim of this study is to provide an economic assessment of modernization scenarios for Ukraine's heating systems based on a scenario-driven approach that accounts for different levels of implementation of energy efficiency measures and heat and power generation technologies. The assessment is carried out with consideration of investment requirements, energy-saving potential, and expected economic effects, derived from sectoral and strategic data sources.

The study examines optimistic, moderate, and conservative development scenarios, enabling the identification of a range of possible modernization outcomes and the evaluation of their impact on the economic performance of heating systems. The results obtained provide an analytical basis for substantiating investment policy priorities in the district heating sector under conditions of economic recovery.

The developed scenarios reflect potential pathways for the modernization of heating systems based on various combinations of CHP, thermal retrofitting, and renewable energy integration. For their practical implementation, a system of baseline parameters has been defined, ranging from residential energy consumption levels to the technically achievable potential of renewable energy sources and economically justified deployment indicators, based on sectoral references [1–9].

It has been established that Ukraine's residential building stock is characterized by high energy intensity, with an average consumption of approximately 163 kWh/m<sup>2</sup> per year, which is 2–3 times higher than in EU countries. At the same time, the rate of thermal retrofitting remains critically low (around 0.1%) [1]. Meanwhile, the potential for reducing energy consumption in buildings exceeds 40%, positioning thermal retrofitting as a key lever for alleviating pressure on the energy system.

According to the Thermal Modernization Strategy up to 2050, the implementation of measures within the first phase (2024–2030) alone is expected to result in a substantial reduction in energy consumption and generate a total economic benefit exceeding EUR 2.9 billion annually [2].

An important component of modernization is the development of combined heat and power (CHP) as a source of flexible generation capacity. The demand of the energy system is estimated at no less than 1,400 MW, while the implementation of planned projects by 2026 предусматривает the commissioning of approximately 825 MW of new capacity, with total investments amounting to about EUR 1.4 billion [3].

Improving the efficiency of heating systems is also closely linked to the integration of renewable energy sources. In particular, solar energy demonstrates significant development potential (over 80% of the territory is suitable for solar power plants), and its share in the energy mix could increase to 10–15% by 2030 [25–27]. At the same time, biomass represents a substantial resource, with its economic potential estimated at around 26 million tonnes of oil equivalent per year, corresponding to approximately 30% of primary energy supply [7].

Additional opportunities are associated with the development of waste-to-energy technologies, which enable the simultaneous addressing of environmental and energy challenges, particularly through the integration of waste incineration plants into district heating systems [8, 9].

In summary, the key findings are consolidated in Table 1 and structured according to three development scenarios:

- **Optimistic scenario** — full-scale deployment of technologies and measures (100% of the potential);
- **Moderate scenario** — significant thermal retrofitting, with lower CHP deployment and partial integration of renewable energy sources ( $\approx 60\%$  of the potential);
- **Conservative scenario** — limited thermal retrofitting, CHP primarily implemented by private enterprises, and localized deployment of renewables ( $\approx 30\%$  of the potential).

**Table 1.**  
Overview table of input parameters and projected results [1–10]

Indicator	Optimistic	Moderate	Conservative	Approx. economic effect, M€ / year (Opt / Mod / Cons)
<b>Heat and electricity consumption in the residential sector</b>	Reduction in specific consumption by 40% ( $\approx 98$ kWh/m <sup>2</sup> ·year)	Reduction by 25% ( $\approx 122$ kWh/m <sup>2</sup> ·year)	Reduction by 10% ( $\approx 147$ kWh/m <sup>2</sup> ·year)	$\approx 2,608 / 1,630 / 652$
<b>Thermal losses and condition of residential stock</b>	Retrofitting 80% of depreciated stock	Retrofitting 50% of depreciated stock	Retrofitting 20% of depreciated stock	—
<b>Technical readiness and CHP development</b>	$\approx 1,400$ MW (by 2030)	$\approx 500$ MW	$\approx 250$ MW	$\approx 100 / 37 / 18$

**Continuation of table 1**

<b>Solar energy potential</b>	6.5 GW installed capacity	4.0 GW	2.0 GW	≈ 518 / 319 / 160
<b>Biomass and biofuel potential</b>	Utilization of 100% of potential (26.03 million toe/year)	Utilization of 60%	Utilization of 30%	≈ 12,103 / 7,262 / 3,631
<b>Waste-to-energy plants with heat recovery</b>	5–6 plants (≈ 1.2 million Gcal heat/year)	2–3 plants (≈ 0.6 million Gcal/year)	Modernization of “Enerhiya” plant (≈ 0.2 million Gcal/year)	≈ 55 / 27 / 9

*\*Calculated by V.V. Horskyi*

**Notes and assumptions for calculations**

- **Residential building stock:** baseline floor area — 1 billion m<sup>2</sup>; specific energy consumption — 163 kWh/m<sup>2</sup>·year; the economic effect is estimated at a heat tariff of EUR 40/MWh (approximately equivalent to EUR 0.40/m<sup>3</sup> of natural gas at 10–10.5 kWh/m<sup>3</sup>).
- **Combined heat and power (CHP):** capacity factor of the electrical component — 0.5; heat-to-power ratio ≈ 1.1; overall fuel savings from CHP compared to separate generation — ~20% of useful energy; monetization based on EUR 40/MWh of thermal equivalent.
- **Solar generation (PV systems):** average capacity factor — 13%; monetization based on a wholesale electricity price of EUR 70/MWh.
- **Biomass:** 1 toe = 11.63 MWh; monetization at EUR 40/MWh (gas/heat substitution). The values reflect economically available potential under scenario-based utilization rates.
- **Waste incineration:** 1 Gcal = 1.162 MWh; monetization at EUR 40/MWh of heat.

The considered scenarios—WEM (baseline), WAM (with additional measures), and NZE (net zero emissions)—are defined by clearly specified parameters, including gross domestic product (GDP) levels, energy intensity of the economy, the share of renewable energy sources in the energy mix, and greenhouse gas emissions trajectories. Each scenario reflects a distinct level of ambition in national energy policy and represents different pathways for achieving strategic objectives.

Within the baseline WEM scenario, which assumes the continuation of existing policies without significant strengthening of climate initiatives, the energy intensity of GDP remains at approximately 0.3 toe per thousand USD, the share of renewables increases to around 10%, and the overall structure of energy consumption undergoes only minor changes. This configuration results in moderate economic growth, while greenhouse gas emissions remain relatively high, indicating the limited effectiveness of current decarbonization policies. In terms of heat demand, this scenario corresponds to the conservative modernization pathway of district heating systems proposed by the authors.

In contrast, the WAM scenario is oriented toward the active implementation of energy efficiency measures outlined in the National Emission Reduction Plan (NERP) and the National Energy and Climate Plan (NECP). Its implementation is expected to lead to a significant reduction in GDP energy intensity, an increase in the share of renewables to 25%, and a decrease in emissions in the energy generation sector by nearly 26% by 2030 compared to the 2019 baseline. This approach demonstrates a

targeted shift toward technological modernization, enhanced energy efficiency, and support for the green transformation of the economy. In terms of heat demand, this scenario corresponds to the moderate modernization pathway of district heating systems proposed by the authors.

The most ambitious NZE scenario focuses on achieving full climate neutrality by 2060. It is based on a substantial reduction in GDP energy intensity to levels comparable with developed EU countries, large-scale deployment of renewable energy sources, and the complete elimination of greenhouse gas emissions in the long term. The implementation of this scenario requires significant investment, structural transformation of the economy, and the widespread adoption of advanced technologies and demand- and supply-side energy management mechanisms. In terms of heat demand, this scenario corresponds to the optimistic modernization pathway of district heating systems proposed by the authors.

The analyzed energy modernization scenarios demonstrate that the combined implementation of CHP technologies, thermal retrofitting of the residential building stock, and the deployment of renewable energy sources (including solar energy, bioenergy, and waste-to-energy systems) can ensure a substantial reduction in fossil fuel consumption, a decrease in greenhouse gas emissions, and an increase in Ukraine's energy independence.

#### References:

1. NGO "DIXI Group" in collaboration with BPIE. *Step-by-step plan for energy-efficient reconstruction in Ukraine*. 2025. Available at: <https://dixigroup.org/analytic/pokrokovyj-plan-energoefektyvnoyi-vidbudovy-v-ukrayini/>
2. Ministry for Communities, Territories, and Infrastructure Development of Ukraine. *Long-term strategy for building thermal modernization until 2050*. 2023. Available at: [https://mtu.gov.ua/files/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F\\_0901.pdf](https://mtu.gov.ua/files/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F_0901.pdf)
3. Kitsoft. *Ukraine and the EU join efforts for the development of high-efficiency cogeneration*. Available at: <https://sace.gov.ua/news/ukraina-ta-ies-obiednuiut-zusyillia-dlia-rozvytku-vysokoefektyvnoi-koheneratsii> (accessed: 27 August 2025)
4. V. Gorbachenko. *Trends in solar energy development in Ukraine in 2024*. 2024. Available at: <https://svoya-energy.com.ua/tendentsiyi-rozvytku-sonyachnoyi-energetyky-v-ukrayini-u-2024-rotsi/> (accessed: 27 August 2025)
5. Reporter. *Prospects for solar energy development in Ukraine until 2030*. 2024. Available at: <https://report.if.ua/socium/perspektyvy-rozvytku-sonyachnoyi-energetyky-v-ukrayini-do-2030-roku/> (accessed: 27 August 2025)
6. *Energy system of Ukraine: status at the end of 2024 and scenarios for 2025*. Available at: <https://enerhodzherela.com.ua/analytyka/ЕНЕРГЕТИЧНА-СИСТЕМА-УКРАЇНИ-СТАН-НА-КІНЕЦЬ-2024-РОКУ-ТА-СЦЕНАРІЇ-НА-2025> (accessed: 27 August 2025)

7. Geletukha, H. *Current state and prospects of bioenergy development in Ukraine*. 2023. Available at: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2023/12/1.-Geletuha-G.-G.-Potochnyj-stan-ta-perspektyvy-rozvytku-bioenergetyky-v-Ukrayini.pdf> (accessed: 01 September 2025)
8. *Does Ukraine need waste-to-energy plants?* Available at: <https://teplo.org.ua/news/chi-potribni-ukrayini-smittyespalyuvalni-zavodi> (accessed: 01 September 2025)
9. *Government approved technical requirements for waste-to-energy plants*. 2024. Available at: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3834525-urad-zatverdiv-tehnicni-vimogi-do-smittespalyuvalnih-zavodiv.html> (accessed: 01 September 2025)
10. Stanytsina, V., Nechaieva, T., Trokhaniak, V., Horskyi, V., & Teslenko, O. (2023). Electricity and heat supply technologies for increasing the energy independence of certain territorial communities. *System Research in Energy*, 4(75), 32-44.

# **THE IMPACT OF WARTIME FACTORS ON THE FUNCTIONING OF UKRAINE'S AGRICULTURAL SECTOR**

**Kolodiichuk Volodymyr,**  
Doctor of Economics, Professor  
Professor of the Department of Management and Business Administration  
Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies,  
Ukraine

**Stanko Volodymyr,**  
PhD in Economics, Associate Professor  
Associate Professor at the Department of Information Technologies  
Stepan Gzhytskyi Lviv National University of Veterinary Medicine and  
Biotechnologies

**Stanko Svitlana,**  
PhD in Economics, Associate Professor  
Associate Professor at the Department of Geodesy and Geoinformatics  
Stepan Gzhytskyi Lviv National University of Veterinary Medicine and  
Biotechnologies

The agro-industrial complex of Ukraine is a strategic pillar of the national economy and a critical determinant of global food security. In 2021, the agricultural sector accounted for 10.2 per cent of GDP, while agri-food products represented roughly 41 per cent of total export revenue [1, 2]. Historically, the structure of Ukrainian agriculture has exhibited a pronounced institutional asymmetry, polarized between a corporate segment (large-scale export-oriented agrohholdings) and a small-commodity segment (family farms). Prior to the full-scale war, the largest enterprises (constituting 5 to 10 per cent of market participants) monopolized between 70 and 80 per cent of all state agricultural support [3]. They benefited from simplified taxation and privileged access to institutional capital (World Bank, IMF, EBRD). This structural imbalance facilitated capital outflows through offshore jurisdictions, reducing fiscal returns [4]. Meanwhile, in the European Union, roughly 97 per cent of farms are family operations [5]; yet in Ukraine, the equivalent family-farm share barely reached 10 per cent of sectoral GDP despite demonstrating superior capital returns, especially in livestock production, where smaller producers outperformed agrohholdings by five to ten percentage points.

This research aims to evaluate the macroeconomic consequences of wartime exogenous shocks on Ukraine's agrarian sector, assess the comparative operational resilience of different farming models, and substantiate the necessity of a science-based paradigm shift for post-war recovery.

The full-scale military invasion induced a systemic exogenous shock, exposing the structural vulnerability of an economy over-reliant on centralized corporate macro-producers. The wartime disruptions manifested across several critical economic dimensions:

1. **Supply Chain and Export Disruptions:** The naval blockade of the Black Sea precipitated a critical logistics collapse. Agricultural exports in 2022 contracted by 50 per cent to 20 billion US dollars, triggering a global supply shock that inflated average world food prices by 14.3 per cent. Although mitigation mechanisms like the Black Sea Grain Initiative facilitated the export of 16.9 million tonnes of foodstuffs [6], the sector's extreme dependency on macro-logistics remained a fundamental structural weakness.

2. **Capital Asset Depreciation:** The sector suffered unprecedented physical capital destruction. By September 2022, FAO estimated direct damage to agricultural infrastructure at over 6.5 billion US dollars [7], causing domestic sales revenue to drop by 23.7 per cent [8]. Productive assets and modern machinery were systematically destroyed or illicitly expropriated. Leveraging modern scientific monitoring tools, satellite analysis by NASA Harvest revealed that 2.1 to 2.8 million hectares of farmland had been abandoned, generating an opportunity cost of approximately 2 billion US dollars in unharvested crops for the 2023 season [9]. Furthermore, an estimated 15 to 16 million tonnes of agricultural output were subjected to illicit seizure in occupied territories [9, 10].

3. **Factor Market Volatility:** Input markets experienced acute supply-side constraints. Fuel deficits, exacerbated by lost domestic refining capacity, prompted rapid government fiscal interventions (the abolition of import excises and VAT reductions) [6]. The domestic fertilizer industry was paralyzed as major nitrogen facilities fell under occupation, forcing an immediate reliance on import substitution [11]. Simultaneously, landmine contamination emerged as a severe negative externality: roughly 139 thousand square kilometres were contaminated [12], imposing an annual economic deadweight loss of up to 800 million US dollars in foregone productivity [13]. Scientific mapping by NASA Harvest remains crucial for prioritizing future demining operations.

4. **Human Capital Deficits and Institutional Interventions:** The sector confronted profound human capital deficits due to military mobilization and displacement, alongside operational risks from degraded energy infrastructure. To ensure sectoral liquidity, institutional countercyclical measures were deployed. The concessional lending programme “5-7-9” was recalibrated, injecting 40 billion hryvnias into the sector. International partners provided essential macro-financial support [14, 15]. However, market failures in agricultural insurance—where military risks triggered force majeure clauses—left producers largely unhedged.

From an institutional economics perspective, the wartime experience has exposed a fundamental structural lesson: smaller, locally embedded farms demonstrated superior operational agility and resilience when systemic shock collapsed export logistics and centralized infrastructure. Agroholdings, for all their pre-war dominance,

were disproportionately vulnerable to disruptions in the complex, capital-intensive global supply chains upon which their economies of scale depended.

This contrast underscores the need for a post-war agrarian paradigm shift that corrects the pre-existing institutional imbalance. In direct alignment with modern educational and scientific prospects, this transition necessitates the integration of evidence-based policymaking, the development of new academic curricula for sustainable agribusiness management, and the widespread application of precision agricultural sciences. A balanced model that recognises family farming as the foundation of national food-system resilience, ecological stewardship, and socially oriented rural development would serve Ukraine far better than a return to the pre-war oligopolistic status quo.

### References:

1. National Bank of Ukraine. Inflation Report: October 2021. Retrieved from: <https://bank.gov.ua>. Accessed on December 01, 2025.
2. Support for the agricultural sector under martial law: what is worth knowing? Retrieved from: [https://jurliga.ligazakon.net/analytics/213396\\_pdtrimka-agrarnogo-sektoru-v-umovakh-vonnogo-stanu-shcho-varto-znati](https://jurliga.ligazakon.net/analytics/213396_pdtrimka-agrarnogo-sektoru-v-umovakh-vonnogo-stanu-shcho-varto-znati). Accessed on January 10, 2026.
3. Agriculture of Ukraine under martial law: lessons for society and policymakers. Retrieved from: <https://old.nas.gov.ua/UA//Messages/Pages/View.aspx?MessageID=9288>. Accessed on December 15, 2025.
4. Yatsiv I. Formation of social responsibility of large agricultural land users in Ukraine. *Economic Annals-XXI*, 2017, No. 168(11-12), pp. 48–52.
5. FAO. *The State of Food and Agriculture 2016: Climate Change, Agriculture and Food Security*. Rome: FAO, 2016. 173 p.
6. Ministry of Finance of Ukraine. *Fiscal Risks Report 2023*. Retrieved from: <https://mof.gov.ua>.
7. FAO. *Rapid Damage and Needs Assessment of Ukraine's Agriculture Sector*. Rome, 2022.
8. Tax revenues to the budget from agrarians fell by nearly 25%. Retrieved from: <https://landlord.ua>. Accessed on January 15, 2025.
9. NASA Harvest. *Farming Amidst A War: Satellite Data Reveals Productive Yet Challenging Season For Ukraine*. Retrieved from: <https://nasaharvest.org>.
10. NASA Harvest. *Farming a Warzone: NASA Harvest Releases Satellite-Based Ukraine Wheat Production Estimates*. Retrieved from: <https://nasaharvest.org>.
11. Production of mineral fertilizers in Ukraine suspended. Retrieved from: <https://superagronom.com/news/15071-virobnitstvo-mineralnih-dobriv-v-ukrayini-prizupineno>. Accessed on January 23, 2025.
12. Agriculture during the war: changing priorities. Retrieved from: <https://ukurier.gov.ua/uk/articles/silske-gospodarstvo-pid-chas-vijni-zmina-prioritet/>. Accessed on January 20, 2025.

13. Decades and billions of dollars: when will Ukrainian fields and cities be demined? *Ekonomichna Pravda*, 7 March 2023. Retrieved from: <https://www.epravda.com.ua>.

14. World Bank to provide \$50 million for generators for Ukrainian elevators. *Ukrinform*. Retrieved from: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3646385-svitovij-bank-nadast-50-miljoniv-na-generatori-dla-ukrainskih-elevatoriv.html>. Accessed on January 20, 2025.

15. Kolodiichuk V., Stanko V., Averchev O., Stanko S. LPI-assessment of outsourcing of logistics services in the Agro-Industrial Complex of Ukraine. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, Vol. 21, Issue 3, 2021, pp. 505–517.

## INNOVATION ECOSYSTEMS OF THE EUROPEAN UNION AND THEIR APPLICATION IN UKRAINE

**Voloshchuk Dariia**

PhD Student,  
State Non-Commercial Company “State University “Kyiv Aviation Institute”

**Kasianova Nataliia**

Doctor of Economic Sciences, Professor,  
Professor of the Department of Economics,  
State Non-Commercial Company “State University “Kyiv Aviation Institute”

Innovation constitutes a fundamental pillar of contemporary economic security and a key determinant of Ukraine’s integration into the European community. Under martial law and the imperative of post-war recovery, the development of a resilient innovation ecosystem has acquired strategic significance. The European Union (EU) provides well-established models where knowledge is effectively transformed into commercial value through complex networks of interaction between academia, industry, and public authorities.

Current EU innovation policy is grounded in the concept of open innovation, which promotes the free circulation of knowledge, technologies, and competencies across institutional and national boundaries [1]. A central institutional framework in this regard is the European Research Area (ERA), designed to ensure the mobility of researchers and the shared utilization of research infrastructure [2]. Within this framework, ERA Hubs are increasingly viewed as practical mechanisms for ecosystem development at the national and regional levels. Moreover, the Digital Decade strategy identifies clusters and innovation hubs as key instruments for accelerating digital transformation across the EU [1].

The EU innovation ecosystem should be understood not merely as a set of formal institutions but as a dynamic and interdependent network of mechanisms that simultaneously stimulate knowledge generation and market demand for innovation. The foundation of European ecosystems is a developed infrastructure that provides physical and virtual platforms for collaboration. Core structural components include:

- **science and technology parks and business incubators**, which provide start-ups and research teams with access to critical resources, mentoring, and networking opportunities at early stages of development [3].

- **innovation clusters**, which function as a strategic policy instrument in the EU by fostering cooperation among firms, research organizations, and public institutions to enhance regional and sectoral competitiveness [4]. Initiatives such as Horizon 2020 INNOSUP-1 plays an important role in supporting cross-sectoral cluster development.

- **Digital Innovation Hubs (DIHs)** and technology transfer centers, which contribute to the rapid diffusion of digital technologies among small and medium-sized enterprises (SMEs) and facilitate the commercialization of research outcomes [1].

- **Living Labs** and Innovation Relay Centres (IRCs), which enable the testing of

technological solutions in real-life environments and support knowledge dissemination within the European Research Area [1].

The EU employs a diversified portfolio of financial instruments to sustain innovation throughout the entire value chain. Grant-based funding mechanisms include research grants, doctoral fellowships, and seed funding schemes that enable the implementation of high-risk, high-impact projects. Notable examples include programmes administered by the European Research Council (ERC), the Marie Skłodowska-Curie Actions (MSCA), and the EIC Accelerator targeting breakthrough technologies. In Ukraine, comparable support instruments are provided by the Ukrainian Start-up Fund (USF) and the National Research Foundation of Ukraine (NRFU). Venture capital and start-up investment funds play a crucial role in ensuring access to growth capital for innovative firms, with the European Investment Fund (EIF) serving as a key institutional investor at the EU level. In Ukraine, private venture actors such as Horizon Capital, AVentures Capital, and the SMRK fund contribute to the development of the innovation financing landscape. Policy instruments such as innovation vouchers and targeted tax incentives are widely used to encourage SMEs to engage with research institutions and adopt new technologies. Illustrative examples include the “Climate Innovation Vouchers” programme implemented by the European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) in cooperation with Greencubator in Ukraine, as well as the special legal and tax framework of Diia.City designed to support the IT sector. Public procurement of innovation represents another important demand-side instrument. The EU’s Pre-Commercial Procurement (PCP) mechanism and the integration of innovation criteria into Ukraine’s Prozorro system for energy-efficient solutions demonstrate how public sector demand can stimulate technological development. Germany’s data further highlights the effectiveness of investment subsidies for advanced equipment and concessional loans (up to €100,000) for SMEs, contributing to innovation turnover shares of approximately 13% [5].

Reducing administrative burdens and simplifying business registration procedures remain essential prerequisites for attracting foreign direct investment and ensuring the effective design of post-war recovery policies.

Integration into European funding networks and strategic planning frameworks represents one of the most efficient pathways for modernizing Ukraine’s economic structure [3]. Participation in the Horizon Europe programme (as well as its predecessor Horizon 2020) provides Ukrainian researchers and enterprises with access to several critical opportunities:

- **international research and technological partnerships**, enabling collaboration with leading scientific institutions in Germany, France, and other EU countries;
- **financial resources and expert support**, particularly for projects in artificial intelligence (AI), environmental sustainability, and infrastructure reconstruction;
- **regulatory and standards transfer**, facilitating the adoption of EU-compliant certification and standardization practices.

Institutional coordination through specialized support offices further enhances the integration of Ukrainian research outputs into European industrial clusters and

innovation networks.

It is necessary to analyse key performance indicators in comparison with both leading EU economies and neighbouring countries to objectively assess Ukraine's position within the European innovation landscape.

**Table 1.**  
**Comparison of innovation indicators of Ukraine and EU countries in 2024**

Country	Global Innovation Index (GII) (ranked among 133 countries in the world)	R&D spending (% of GDP)	Number of researchers (per 1 million people)	Exports of high-tech products (% of exports)
Sweden	2	3.42%	~7,500	14%
Germany	9	3.13%	~5,300	13%
France	12	2.22%	~4,800	21%
Estonia	16	1.83%	~4,800	15%
Czech Republic	28	2.00%	~4,200	17%
Poland	40	1.46%	~3,100	11%
Romania	48	0.48%	~1,100	10%
Ukraine	60	0.41%	~1,300	4%

Source of the table [5], [6]

Ukraine's transition to the European innovation model is closely linked to the implementation of the Association Agreement, which provides the harmonisation of the regulatory framework and the intensification of international technology transfer [2] However, the current state of Ukraine's innovation infrastructure remains characterised by a degree of lag relative to EU standards, necessitating the introduction of new institutional mechanisms such as innovation parks, hubs, and specialised development agencies.

Adapting European experience in Ukraine requires a shift from fragmented policy measures toward a coherent and comprehensive state innovation policy aligned with European standards [2].

One of the principal constraints in Ukraine is the absence of clear legislative definitions for key components of innovation infrastructure, including accelerators, cluster initiatives, and smart specialisation ecosystems [4]. The priority steps to overcome these obstacles include the following:

**1. Establishment of a State Agency for Innovation and Development.** A model based on European national innovation agencies is proposed, combining the functions of financing regional projects and acting as an innovation intermediary facilitating cooperation among stakeholders;

**2. Legislative harmonisation,** involving the alignment of regulatory instruments with EU requirements, particularly through the development and adoption of legislation governing innovation parks and the modernisation of the intellectual property framework;

**3. A Development Strategy to 2030,** focused on implementing a multilateral state policy aimed at stimulating the circulation of ideas and supporting start-ups through national recovery programmes [3].

Infrastructure development should proceed at both national and regional levels, taking into account the ongoing decentralisation processes. In this context, the establishment of a network of technoparks and technology transfer centres in accordance with UN and EU standards is of particular importance. It is necessary to ensure the availability of institutional space for innovation-driven development and to provide public funding for projects in less-developed regions to stimulate regional economic growth. Digital innovation hubs and business incubators should function as “entry points” for Ukrainian firms seeking integration into European value chains [4].

EU innovation ecosystems are characterised by extensive infrastructure network, including technoparks, digital innovation hubs, and clusters, as well as a broad spectrum of financial instruments such as grants, innovation vouchers, and venture financing. Importantly, these ecosystems operate as integrated systems where infrastructure, funding mechanisms, and strategic planning function in synergy. Adapting these models is critically important for Ukraine not only to advance European integration, but also to ensure effective post-war reconstruction.

The successful adaptation and implementation of these models in Ukraine requires, above all:

- **systemic institutional reforms**, including the establishment of a specialised national innovation agency (e.g., a National Innovation Agency);
- **adoption of dedicated legislation** governing innovation parks and cluster development.
- **comprehensive legislative harmonisation**, particularly in the fields of AI regulation and digital transformation;
- **active participation in the European Research Area (ERA)**, including the expansion of support office networks and stronger incentives for business engagement in international research consortia;
- **implementation of S3 at the regional level**, involving the development of smart specialisation strategies tailored to regional high-technology sectors and reconstruction priorities;
- **strengthening monitoring and evaluation frameworks**, including the use of indicators from the European Innovation Scoreboard to objectively assess progress and adjust policy measures accordingly.

The integration of Ukraine’s innovation landscape into the EU through participation in the European Research Area and joint programmes is not only a response to contemporary challenges but also a prerequisite for the formation of a high-technology, competitive economy of the future.

### References:

1. Pidorycheva I., Sokolovska O. (2022). Overview of the EU Innovation Policy Instruments Landscape: Conclusions for Ukraine. *Economic Herald of the Donbas*, vol. 2, no. 68, pp.96-107. DOI: 10.12958/1817-3772-2022-2(68)-96-107
2. Nefedov O., Slynko M. (2023). Innovative development of Ukraine withing the framework of the Association Agreement with the European Union. *Proceedings of Scientific Works of Cherkasy State Technological University*, no. 69, pp.31-42. DOI: 10.24025/2306-4420.69.2023.288382

3. Kharchuk T., Klymenko K., Shkolenko O., Melnik V. (2025). Reproduction of business potential in Ukraine amidst war challenges and the European integration vector. *Academy Review*, vol. 1, no.62, pp.7-19. DOI: 10.32342/3041-2137-2025-1-62-1
4. Salikhov M. M. (2025). Policy on the Development of Innovation Clusters in the EU. Conclusions and Tasks for Ukraine. *Statistics of Ukraine*, vol. 109, no. 2, pp.30-39. DOI: 10.31767/su.2(109)2025.02.03
5. World Bank Group. World Bank Open Data. URL: <https://data.worldbank.org/>
6. WIPO - World Intellectual Property Organization. Global Innovation Index 2024. URL: <https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2024/en/index.html>

## **АНАЛІТИКА ДАНИХ У СУЧАСНОМУ АУДИТІ: ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ АУДИТОРСЬКИХ ДОКАЗІВ**

**Шестерняк Марія Михайлівна,**

к. е. н., доцент,  
доцент кафедри аудиту,  
Західноукраїнський національний університет

Стрімке поширення цифрових технологій та цифровізація економічних процесів істотно трансформують підходи до формування, обробки й використання облікової інформації, а також до організації системи контролю і аудиту на підприємствах. У сучасних умовах господарювання значно зростають обсяги фінансових та нефінансових даних, що генеруються інформаційними системами підприємств, унаслідок чого ускладнюється процес їх опрацювання, аналізу та інтерпретації. За таких умов традиційні аудиторські процедури, які значною мірою ґрунтуються на вибіркових методах перевірки, дедалі частіше виявляються недостатньо ефективними для виявлення помилок, відхилень або потенційних ризиків. Це зумовлює об'єктивну потребу у впровадженні новітніх цифрових інструментів, зокрема аналітики даних (Data Analytics), що дає змогу здійснювати комплексний аналіз значних масивів інформації, виявляти нетипові операції та підвищувати обґрунтованість професійного судження аудитора. У цьому контексті цифрові технології виступають важливим чинником трансформації методів отримання, аналізу та оцінювання аудиторських доказів, сприяючи підвищенню якості аудиторських процедур і надійності результатів аудиторської перевірки.

Проблематика цифрової трансформації аудиту та застосування аналітики даних у процесі формування аудиторських доказів активно досліджується у сучасній науковій літературі. Так, у міжнародних дослідженнях значна увага приділяється використанню технологій Big Data та аналітики даних у аудиторській діяльності, що розглядаються як важливий інструмент підвищення ефективності аудиторських процедур, виявлення викривлень у фінансових даних та покращення якості аудиту.

Зокрема, декі зарубіжні дослідники у своїх наукових працях зазначають, що застосування аналітики даних має значний потенціал для підвищення якості аудиту, зниження кількості помилок та забезпечення більшої прозорості аудиторського процесу. Водночас інші дослідження підкреслюють, що інтеграція технологій Big Data та цифрової аналітики поступово змінює традиційні підходи до проведення аудиторських процедур і сприяє формуванню нових методичних підходів до оцінювання фінансової інформації та аудиторських ризиків [1; 2; 3].

В українській науковій літературі проблематика цифровізації аудиту, застосування інформаційних технологій у системі контролю та розвитку

цифрових інструментів професійної діяльності аудитора також посідає вагомим місце серед сучасних наукових досліджень. Зокрема, процеси цифрової трансформації розглядаються як один із ключових чинників модернізації систем обліку, аналізу та контролю на підприємствах, що зумовлює перегляд традиційних підходів до організації аудиторських процедур і формування інформаційно-аналітичного забезпечення управління. У наукових працях вітчизняних дослідників обґрунтовується вплив інформаційних технологій на розвиток аудиторської діяльності, досліджуються трансформаційні зміни у функціонуванні систем внутрішнього контролю в умовах цифровізації економіки, а також визначається роль інноваційних технологій у підвищенні ефективності аудиту, зміцненні фінансової безпеки підприємств та підвищенні прозорості їх господарської діяльності [4; 5; 6].

З огляду на зазначені наукові підходи та сучасні тенденції цифровізації аудиторської діяльності актуальності набуває практичне використання аналітики даних у процесі отримання та оцінювання аудиторських доказів. На практиці цифрові інструменти аудитора дозволяють здійснювати автоматизований аналіз значних масивів фінансової інформації, перевіряти господарські операції, виявляти нетипові або ризикові транзакції та оперативно ідентифікувати можливі викривлення у фінансовій звітності. Застосування таких технологій сприяє підвищенню обґрунтованості професійного судження аудитора, розширює можливості оцінювання аудиторських ризиків та підвищує ефективність проведення аудиторських процедур.

В умовах цифровізації економіки аналітика даних поступово стає вагомим інструментом професійної діяльності аудитора. У загальному розумінні аналітика даних в аудиті (Data Analytics in Auditing) розглядається як застосування сучасних ІТ-технологій та програмних інструментів для опрацювання, аналізу й інтерпретації великих масивів даних з метою отримання доречних та достовірних аудиторських доказів.

Практична реалізація аналітики даних в аудиторській діяльності передбачає використання спеціалізованих цифрових інструментів, що забезпечують ефективну обробку, аналіз та інтерпретацію значних масивів фінансової інформації. Застосування таких програмних засобів дозволяє аудиторам автоматизувати окремі аудиторські процедури, здійснювати поглиблений аналіз господарських операцій та своєчасно виявляти потенційні ризики викривлення фінансової звітності. Найбільш поширені інструменти аналітики даних, що використовуються у сучасній аудиторській практиці, та напрями їх практичного застосування наведено у таблиці 1.

**Таблиця 1.**

Цифрові інструменти аналізу даних в аудиті: характеристики та сфери застосування

Інструмент аналітики даних	Характеристика	Практичне застосування в аудиті
<i>ACL Analytics (Diligent)</i>	Спеціалізовані програмні продукти для аудиторського аналізу даних (CAATs)	Аналіз великих масивів бухгалтерських даних, перевірка повноти операцій, виявлення нетипових транзакцій
<i>Power BI (Microsoft), Tableau (Salesforce)</i>	Інструменти візуалізації та аналітики даних	Візуалізація фінансових показників, аналіз динаміки показників, ідентифікація аномалій у фінансовій звітності
<i>Python, R</i>	Мови програмування для статистичного аналізу та обробки даних	Автоматизація аудиторських процедур, аналіз великих масивів даних, моделювання ризиків
<i>ERP-системи (SAP, Oracle)</i>	Інтегровані інформаційні системи управління підприємством	Отримання аудиторських доказів із корпоративних баз даних, аналіз бізнес-процесів та операцій підприємства, <b>тестування контролів (ITGC)</b>
<i>Технології штучного інтелекту</i>	Алгоритми машинного навчання для аналізу даних	Виявлення шахрайських операцій, прогнозування ризиків та аналіз нетипових операцій

Примітка: сформовано автором

Як видно з таблиці 1, використання наведених цифрових інструментів свідчить про поступове впровадження аналітики даних у практику аудиторської діяльності. Розширення можливостей обробки та аналізу інформації за допомогою сучасних програмних рішень сприяє трансформації традиційних підходів до здійснення аудиту та формування аудиторських доказів.

Практика свідчить, що застосування сучасних ІТ-технологій дає змогу аудиторам здійснювати більш глибокий аналіз господарських операцій, своєчасно виявляти потенційні випадки шахрайства, а також оцінювати можливі ризики викривлення фінансової інформації. На відміну від традиційних підходів до проведення аудиту, що значною мірою ґрунтуються на вибірковому тестуванні операцій, аналітика даних забезпечує можливість суцільного аналізу

всієї сукупності даних. Це, своєю чергою, сприяє підвищенню обґрунтованості професійного судження аудитора, посиленню аналітичної складової аудиторських процедур та покращенню якості прийнятих управлінських і професійних рішень.

Використання цифрових інструментів аналізу даних дає змогу аудиторам відійти від традиційного вибіркового підходу на користь тестування 100% генеральної сукупності господарських трансакцій. Це трансформує доказову базу аудиту та мінімізує ризик невиявлення суттєвих викривлень. Завдяки методам аналітики аудитор оперативно ідентифікує ризикові операції, відхилення у фінансових показниках, потенційні ознаки шахрайства або інші фактори підвищеного ризику. У результаті підвищується обґрунтованість та надійність аудиторських доказів, що сприяє формуванню більш об'єктивних аудиторських висновків та підвищує ефективність аудиторських процедур у цілому.

Сучасна практика аудиту передбачає активне використання різноманітних цифрових інструментів, які забезпечують ефективну обробку, систематизацію та аналіз інформаційних потоків підприємства. До таких інструментів належать спеціалізовані програмні продукти для проведення аудиту, системи аналізу великих даних (Big Data), програмні засоби автоматизованого тестування господарських операцій, технології штучного інтелекту та машинного навчання, а також інструменти візуалізації даних. Застосування зазначених технологій дає змогу аудиторам не лише підвищити швидкість опрацювання значних обсягів інформації, а й здійснювати більш глибокий аналіз фінансових показників, структури господарських операцій та взаємозв'язків між різними елементами облікової системи підприємства.

Використання аналітики даних у процесі аудиту істотно розширює можливості формування аудиторських доказів. Зокрема, цифрові інструменти дозволяють аналізувати практично повний масив господарських операцій підприємства, а не лише обмежену вибірку, що значно підвищує рівень достовірності отриманих результатів. Крім того, застосування аналітичних алгоритмів дає змогу оперативно виявляти нетипові операції, оцінювати ризики можливого шахрайства, встановлювати взаємозв'язки між окремими фінансовими показниками та ідентифікувати потенційні зони підвищеного ризику у діяльності підприємства. У результаті використання аналітики даних сприяє підвищенню об'єктивності аудиторських висновків, зниженню аудиторського ризику та зростанню загальної ефективності аудиторських процедур.

Таким чином, інтеграція аналітики даних у практику аудиторської діяльності відкриває принципово нові можливості для підвищення якості аудиторських доказів та удосконалення методичних підходів до проведення аудиту. Використання сучасних цифрових інструментів забезпечує більш глибокий і комплексний аналіз фінансової інформації, сприяє своєчасному виявленню відхилень у господарських операціях та підвищує рівень обґрунтованості професійного судження аудитора. У результаті застосування аналітики даних

формується більш надійна інформаційна база аудиту, що сприяє підвищенню достовірності аудиторських висновків та ефективності системи фінансового контролю підприємств в умовах цифрової трансформації економіки.

### Список літератури:

1. Al-Dmour R., Masa'deh R., Salman A., Abuhashesh M., Al-Dmour H. (2021). The role of big data analytics in auditing and fraud detection. *South Asian Journal of Social Sciences and Humanities*. 2021. Vol. 2, Iss. 3. P. 110-129.

2. Arens, A.A., Elder, R.J., Beasley, M.S., Hogan, C.E. *Auditing and Assurance Services: An Integrated Approach*. 17th ed. London: Pearson Education. 2023. 897 с. URL:

[https://digilib.stekom.ac.id/assets/dokumen/ebook/feb\\_44bac1dd499213de626e2f232c01e8542ffef3bc\\_1652001111.pdf](https://digilib.stekom.ac.id/assets/dokumen/ebook/feb_44bac1dd499213de626e2f232c01e8542ffef3bc_1652001111.pdf)

3. Hezam A.A.Y., Anthonysamy L., Suppiah K.S. (2023). The role of data analytics in auditing: Opportunities and challenges in the era of big data. *South Asian Journal of Social Studies and Economics*. 2023. Vol. 17, Iss. 4. P. 1-11.

4. Цифрові технології в аудиті: е-підручник / за ред. д.е.н., проф. Панасюк В. М. Тернопіль: ЗУНУ, 2026. 753 с. URL: <https://dspace.wunu.edu.ua/items/ba4abd34-fc95-4f81-9406-0b88dcd9d421>

5. Шестерняк М.М. Вплив інформаційних технологій на розвиток аудиторської діяльності. *Облік, оподаткування і контроль: теорія та методологія*: матеріали XIII Всеукр. наук.-практ. дистанційної конференції (м. Тернопіль, 6 грудня 2024 р.). Тернопіль: ЗУНУ, 2024. С. 56-59. URL: <https://surl.li/xxasmm>

6. Шестерняк М.М. Інноваційні технології в системі внутрішнього контролю: виклики та можливості цифрової економіки. *Комунікація як чинник транспарентності соціальної взаємодії. Ера цифровізації*: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Тернопіль, Західноукраїнський національний університет, 23-24 жовтня 2025 р.). Тернопіль: ЗУНУ, 2025. С. 203-205. URL: <https://dspace.wunu.edu.ua/items/bd526fbf-1804-4f04-84c1-cd51aa67fe76>

## **INTEGRATING MEDICAL TERMINOLOGY IN EFL CURRICULA**

**Horzhui Dmytro,**

Lecturer

Professional College of Medicine and Pharmacy  
of Poltava State Medical University

Medical terminology is a cornerstone for EFL students aiming to excel in the medical field, primarily because it underpins their ability to engage in effective communication with patients and colleagues. As future healthcare professionals, they are required to convey and comprehend complex medical information accurately, which is challenging if they rely solely on basic English and fixed phrases. This specialized vocabulary is not merely a linguistic tool but a medium through which precise and clear communication is achieved, ensuring that important medical information is neither lost nor misinterpreted [1]. Moreover, accurate pronunciation of these terms is essential, as any mispronunciation could lead to misunderstandings in clinical settings, potentially compromising patient safety [1]. The need for proficiency extends beyond individual conversations; as medical English serves as a lingua franca, proficiency in medical terminology allows EFL students to participate in international discourse within the medical community, further highlighting its importance [2]. In light of these considerations, incorporating comprehensive medical terminology training into EFL curricula is crucial, enabling students to bridge the gap between general English skills and the specialized demands of the medical profession.

Incorporating medical terminology into professional communication not only enhances clarity but also bridges linguistic gaps in multilingual healthcare settings [3]. For instance, while English serves as a common medium, understanding the popular usage of medical terms among non-English speaking communities, such as Spanish-speaking patients, is crucial for effective communication [3]. This understanding allows health professionals to convey complex medical concepts in a more relatable manner, fostering patient trust and engagement. Furthermore, adapting medical instructions to include culturally and regionally relevant terminology can significantly improve patient comprehension and compliance, ensuring that health interventions are both understood and adhered to. This approach requires healthcare providers to be agile in their communication strategies, shifting from traditional, one-size-fits-all language courses to more dynamic methods that embrace emergent linguistic practices [3]. By doing so, professionals not only meet the linguistic needs of patients but also enhance the overall quality of care. Hence, it is imperative for healthcare systems to invest in training programs that emphasize the importance of tailored communication, thereby improving patient outcomes and satisfaction.

Incorporating specialized vocabulary into language lessons, particularly in the context of English for Specific Purposes (ESP), significantly enhances vocabulary acquisition, which is pivotal for learners aiming to communicate effectively in specialized fields such as medicine [4]. By integrating specialized vocabulary, learners

not only become familiar with technical terms but also gain the confidence required to navigate authentic materials and real-life situations, thus motivating them to maintain continuous exposure to the language. Moreover, employing effective teaching techniques that blend traditional methods with innovative technologies offers learners a more engaging and enjoyable learning experience, which in turn promotes ongoing language acquisition [4]. For example, medical professionals trained with a focus on specialized vocabulary are better equipped to express health-related concepts accurately, bridging the gap between technical terminology and patient-friendly language. This consolidation of specialized vocabulary not only aids in building a robust vocabulary base efficiently but also ensures learners are prepared to adapt their language skills to meet their professional communication needs [4]. Therefore, it is essential to emphasize both innovative teaching strategies and the consistent incorporation of specialized vocabulary in language instruction to facilitate successful and effective communication in specific fields.

One of the most effective methods for teaching medical vocabulary is the implementation of modeling clear communication practices by faculty members. When trainees observe a diverse group of dedicated faculty members employing precise and clear medical terminology in various clinical contexts, they are more likely to internalize and adopt these communication skills themselves [5]. This modeling not only involves using technical terms appropriately but also demonstrating how to translate complex medical jargon into lay language, which is crucial for effective patient communication. Additionally, incorporating patient teach-back techniques into the training process can significantly enhance trainees' understanding and retention of medical vocabulary. By prompting trainees to explain medical terms back to patients in their own words, educators can ensure that the trainees have grasped the vocabulary accurately and are able to use it in a patient-friendly manner [5]. These methods, when combined, create a comprehensive approach that not only focuses on the correct usage of medical terms but also emphasizes the importance of patient-centered communication. Such an approach is essential in preparing future medical professionals to communicate effectively with diverse patient populations, thereby improving the overall quality of healthcare delivery.

Incorporating technology into the teaching of medical terms offers promising avenues for enhancing the learning experience of EFL students. Virtual patient simulators, for instance, provide a safe and interactive environment that allows students to practice diagnosing medical abnormalities, which not only enhances their understanding of complex medical terminology but also builds their confidence in using these terms accurately. Furthermore, the use of personalized augmented reality systems can significantly promote autonomous learning among students by making the process more engaging and interactive compared to traditional textbook methods, thereby catering to diverse learning preferences and needs [6]. Additionally, interactive resources that embed and superimpose information upon reality can help simplify the comprehension of intricate medical terms, making them more accessible to learners who may struggle with traditional teaching methods. While technology facilitates a richer educational experience, educators must ensure that it is thoughtfully integrated

with content that reinforces the humanistic approach essential in the medical profession, acknowledging the biopsychosocial complexities that future physicians will face [6]. Consequently, a balanced educational design that merges technological advancements with traditional pedagogical strategies is crucial to effectively prepare students for the multifaceted challenges of the medical field.

Interactive activities, such as those found in the interactive storyboard game (ISG), play a crucial role in vocabulary retention, particularly within the context of multilingual and technical environments. These activities not only promote vocabulary acquisition but also enhance comprehension through visual and interactive elements, allowing learners to decode complex terms more effectively [7]. Such an approach is invaluable in medical environments where understanding and communicating health-related concepts require precise vocabulary and the ability to interpret and convey nuanced meanings. By engaging in these activities, learners can bridge the gap between traditional language learning and practical application, fostering higher-order thinking skills that surpass conventional memorization methods. Moreover, the interactive nature of ISG promotes active learning, which is essential for overcoming the challenges associated with retaining technical terminology in multilingual settings [7]. To effectively communicate in diverse linguistic landscapes, integrating interactive activities into educational curricula is essential, as they provide the necessary scaffolding and engagement needed for students to grasp and retain complex vocabulary.

One of the primary obstacles faced by educators is the challenge of maintaining discipline and ensuring active participation, which is prevalent in both traditional and online educational environments [8]. In traditional classrooms, crowded settings impede teachers' ability to manage discipline effectively and dedicate the necessary attention to each student, resulting in a compromised learning environment [8]. This issue is further compounded by the low motivation levels of students, which is often linked to the content and presentation of lessons, making it difficult for educators to engage students effectively. In the realm of online education, the obstacles differ slightly but remain significant. Large online classes often lead to reduced interaction, neglecting students' individual needs and making it challenging for teachers to maintain discipline. Additionally, both teachers and students face motivation issues in online settings, exacerbated by the demands of time management and self-direction required in this mode of learning. The lack of effective discipline strategies in online environments can also lead to stress and anxiety for educators, highlighting the necessity for supportive and motivational strategies to enhance student engagement and compliance [8]. Therefore, addressing these challenges requires a multifaceted approach that includes fostering collaboration between teachers and families and the implementation of appropriate methods to enhance students' interest and motivation [8].

The proficiency levels in English significantly influence medical students' ability to learn and apply medical terms due to the medium of instruction predominantly being English in many medical schools [9]. Students with higher English language proficiency tend to perform better academically, as they can comprehend complex

medical texts and communicate more effectively in clinical settings [9]. Conversely, students with lower proficiency levels might struggle with understanding intricate medical terminologies, which can impede their academic success and professional development. Furthermore, students' motivations for studying English, such as aspirations to excel in medical fields where English is essential, can bolster their dedication to mastering medical terms. This motivation is often reflected in their choice of learning strategies, which can vary significantly among students based on their language proficiency [9]. Collaborative learning environments also play a crucial role, as students working in mixed groups with peers of varying proficiency levels can experience different impacts on their learning journeys [10]. Such environments could either foster a more comprehensive understanding of medical terminology or exacerbate existing challenges, depending on the group's composition [10]. To address these disparities, medical schools should implement targeted interventions, such as language support programs, to enhance students' English proficiency, thereby equipping them with the necessary skills to succeed academically and professionally.

To effectively overcome the challenges posed by the integration of genomic medicine into healthcare systems, a multifaceted strategy is essential. One approach is to enhance patient engagement through the use of mass media and establish patient advisory boards to ensure active involvement in their healthcare decisions. This approach not only empowers patients but also fosters a sense of ownership over their health outcomes. Concurrently, educating clinicians about genomic medicine through tailored educational materials and targeted outreach meetings can strengthen their knowledge and beliefs, thereby facilitating a smoother integration of genomic concepts into everyday clinical practice [11]. Additionally, implementing data warehousing techniques can elevate the priority of genomics within the electronic health record (EHR) systems, ensuring that genomic data is seamlessly integrated and accessible within the healthcare infrastructure. Together, these strategies form a cohesive framework that addresses the challenges at multiple levels, promoting a more comprehensive adoption of genomic medicine. The successful implementation of such strategies requires a robust guiding policy that clearly defines the methods and actions to be undertaken, thereby focusing efforts on the most viable and effective solutions [12]. By establishing such a framework, healthcare systems can effectively navigate the complexities of integrating genomic medicine, ultimately leading to improved patient outcomes and enhanced healthcare delivery.

The process of learning medical terminology significantly enhances academic skills by engaging students in a multifaceted educational experience that integrates cognitive, communicative, and metacognitive domains. By understanding the etymology of medical terms, students develop a deeper comprehension of the subject matter, as this linking phase allows them to connect new information with their prior knowledge [13]. Moreover, engaging in group activities where students discuss vocabulary fosters communication skills and collaborative learning, crucial components for academic success across disciplines [13]. This collaborative environment not only reinforces their understanding but also builds their confidence in using medical language accurately. Additionally, the rehearsal and practice phase

further supports learning by encouraging students to actively engage with medical terms through peer collaboration, thereby solidifying their grasp on complex terminology [13]. By employing these strategies, students are also trained to evaluate and analyze their learning methods, fostering essential metacognitive skills that are vital for academic achievement. Consequently, learning medical terminology becomes a comprehensive exercise that not only enhances linguistic proficiency but also cultivates crucial academic and cognitive skills, necessitating a structured approach to teaching that integrates these varied educational aspects.

To improve professional competency, particularly in educational contexts, a comprehensive professional competency development model is essential for educators of adults [14]. This model not only addresses the evolving needs of adult educators by guiding them through needs assessment and program development but also emphasizes the application of diverse teaching and learning methods, delivery strategies, and evaluation methods to enhance their effectiveness [14]. By integrating various perspectives on competence, the model offers a more holistic understanding of what constitutes professional competency, facilitating its application across different cultural and national settings [15]. This integration is crucial as it enables educators to adapt and respond to the changing paradigms in education and business management, ensuring that they remain relevant and effective in their roles [16]. Furthermore, the model supports the continuous identification of necessary knowledge and skills, promoting ongoing professional development and competency enhancement [14]. The strategic implementation of this model within educational programs ensures that educators can meet the dynamic demands of their professional environment, ultimately contributing to improved educational outcomes and organizational success.

In the realm of medical education, student feedback on learning medical terminology highlights several critical areas for improvement and innovation. Students have expressed the need for a more comprehensive and quality-driven teaching process in medical terminology courses, emphasizing the importance of integrating linguistic, educational, and healthcare disciplines to enhance learning outcomes [17]. This interdisciplinary approach not only addresses the technical aspects of medical language but also considers the broader context in which such terminology is used, thereby improving students' ability to communicate effectively in diverse healthcare settings [18]. Moreover, the feedback underscores the significance of developing robust vocabulary learning strategies tailored for English as a Foreign Language (EFL) medical students, which can facilitate their acquisition of specialized medical vocabulary and better prepare them for real-world application [19]. To this end, educational institutions are encouraged to incorporate multisource feedback mechanisms, which allow students to receive constructive insights from various stakeholders, ultimately fostering a more dynamic and responsive learning environment [19]. By addressing these key areas, medical education programs can enhance the quality of terminology instruction, thereby equipping future healthcare professionals with the linguistic competencies necessary for effective patient interaction.

### References:

1. Alhaj, A. A., & Saeed, A. M. (2024). The impact of e-learning on EFL learners' motivation in learning medical terms. *International Council of English and Literature Journal (ICELJ)*, 4(3), 8–15.
- 2 Božena Džuganová (2019). Medical language - a unique linguistic phenomenon. Vol. 10 No. 1 (2019): Jahr - European Journal of Bioethics. <https://doi.org/10.21860/j.10.1.7>
- 3 Ortega, P., Prada, J. Words matter: Translanguaging in medical communication skills training. *Perspect Med Educ* 9, 251–255 (2020). <https://doi.org/10.1007/s40037-020-00595-z>
- 4 Olivia Chirobocea (2018). Vocabulary Acquisition in ESP: Perspectives, Strategies and Resources. *Studii și cercetări filologice. Seria Limbi Străine Aplicate*. Issue No: 17, 171-180
- 5 Kripalani S, Weiss BD. Teaching about health literacy and clear communication. *J Gen Intern Med*. 2006 Aug;21(8):888-90. doi: 10.1111/j.1525-1497.2006.00543.x. PMID: 16881953; PMCID: PMC1831575.
- 6 Han, ER., Yeo, S., Kim, MJ. et al. Medical education trends for future physicians in the era of advanced technology and artificial intelligence: an integrative review. *BMC Med Educ* 19, 460 (2019). <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1891-5>
- 7 Xin-Li, E., Chiew, M., Md, M. (2021) improving-lower-primary-students-vocabulary-retention-through-interactive-storyboard-game (ISG). *INTERNATIONAL JOURNAL OF ACADEMIC RESEARCH IN BUSINESS AND SOCIAL SCIENCES*. Vol 11, Issue 6, (2021) DOI:10.6007/IJARBSS/v11-i6/10056
- 8 Adsız, M., Dinçer, S. The Analysis of Classroom Management Challenges Faced by Teachers in Online Classrooms. *TechTrends* (2025). <https://doi.org/10.1007/s11528-025-01042-8>
- 9 Mona Faisal Al-Qahtani (2013). Relationship between English Language, Learning Strategies, Attitudes, Motivation, and Students' Academic Achievement. *Education in Medicine Journal*. Volume 5 Issue 3. DOI: 10.5959/eimj.v5i3.124
- 10 Yu, H., Köhler, S.E., Janesarvatan, F. et al. Impact of Native and Nonnative Study Partners on Medical Students' Confidence and Collaborative Strategies in Second Language Medical Dutch Learning. *Med.Sci.Educ*. 34, 1445–1455 (2024). <https://doi.org/10.1007/s40670-024-02138-1>
- 11 Sperber, N.R., Carpenter, J.S., Cavallari, L.H. et al. Challenges and strategies for implementing genomic services in diverse settings: experiences from the Implementing GeNomics In pracTicE (IGNITE) network. *BMC Med Genomics* 10, 35 (2017). <https://doi.org/10.1186/s12920-017-0273-2>
12. Rumelt, R.P. (2012), "Good Strategy/Bad Strategy: The Difference and Why It Matters", *Strategic Direction*, Vol. 28 No. 8. <https://doi.org/10.1108/sd.2012.05628haa.002>
- 13 Suwit Uopasai , Tassanee Bunterm, Supaporn Muchimapura and Keow Ngang Tang. The Effect of Constructivism, Metacognition and Neurocognitivebased Teaching Model to Enhance Veterinary Medicine Students' Learning Outcomes. *SOCIAL SCIENCES & HUMANITIES*, 26 (4): 2313 - 2331 (2018)

14 Ghimire, N. R., & Martin, R. A. (2011). A Professional Competency Development Model: Implications for Extension Educators. *Journal of International Agricultural and Extension Education*, 18(2), 5-17. DOI: <https://doi.org/10.5191/jiaee.2011.18201>

15 Cheetham, G. and Chivers, G. (1996), "Towards a holistic model of professional competence", *Journal of European Industrial Training*, Vol. 20 No. 5, pp. 20-30. <https://doi.org/10.1108/03090599610119692>

16. N. Malinovská, V. Sadloňová, S. Javornický (2022) TEACHING LATIN-GREEK MEDICAL TERMINOLOGY FOR INTERNATIONAL MEDICAL STUDENTS: CHALLENGES AND PITFALLS, EDULEARN22 Proceedings, pp. 1913-1919.

17. Mouhssin Ait El Mouden (2024). An Evaluation of the Theoretical Aspects of Teaching Medical Terminology to Students: A Case Study of Hassan II University Casablanca – Faculty of Medicine. *The Interdisciplinary Journal of Human and Social Studies*, Vol.3, issue 1, p.17-27.

18. Reynolds, B., Zhang, X. & Ding, C. (2023). A mixed-methods study of English vocabulary for medical purposes: medical students' needs, difficulties, and strategies. *Applied Linguistics Review*, 14(3), 643-678. <https://doi.org/10.1515/applirev-2020-0119>

19. Kadden D, Weber M, Herbst L, Weber DE. The Impact of Words: Multisource Feedback Provides Students With a Deeper Understanding and Reflection on Goals of Care Discussions. *American Journal of Hospice and Palliative Medicine*®. 2023;41(2):173-178. doi:10.1177/10499091231175907

## ЦИФРОВО-ПЕДАГОГІЧНА ЕКОСИСТЕМА DEVOPS-ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ІТ-ГАЛУЗІ

**Лучкевич Михайло Михайлович**

кандидат фізико-математичних наук, доцент  
Національний університет «Львівська політехніка»

У роботі обґрунтовується концепція цифрово-педагогічної екосистеми DevOps-підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій, що забезпечує інтеграцію теоретичного навчання з практиками безперервної інтеграції, доставки та експлуатаційного супроводу програмних систем. Актуальність дослідження зумовлена потребою узгодження освітнього процесу із сучасними індустріальними моделями розроблення, які характеризуються автоматизацією, хмарною інфраструктурою, мікросервісною архітектурою та командно орієнтованими підходами.

Метою роботи є визначення дидактичного потенціалу симуляційних середовищ, лабораторій мікросервісної архітектури та «живих» CI/CD-пайплайнів як інтегрованих інструментів формування DevOps-компетентності. У межах дослідження DevOps-компетентність інтерпретується як цілісна соціотехнічна характеристика, що охоплює когнітивний, діяльнісний, комунікативний і рефлексивний компоненти професійної підготовки.

Симуляційні навчальні середовища розглядаються як безпечний експериментальний простір, у якому моделюється повний життєвий цикл програмного продукту [1, 2]. Вони дозволяють відтворювати типові інженерні сценарії (відмова сервісів, деградація продуктивності, збої пайплайнів), формуючи операційну стійкість, системне мислення та готовність працювати в умовах невизначеності. Багаторазові ітерації та аналіз технічних рішень забезпечують циклічну логіку «дія – аналіз – корекція – вдосконалення», що відповідає культурі DevOps.

Лабораторії мікросервісної архітектури забезпечують інтеграцію знань з програмування, мережових технологій, адміністрування та хмарних сервісів у межах розподілених систем [3-5]. Практична реалізація контейнеризації, інфраструктури як коду та автоматизованого розгортання формує навички керування масштабованістю, відмовостійкістю та спостережністю систем, а також розвиває інженерне мислення й здатність до архітектурної оптимізації.

Особливу педагогічну цінність має використання «живих» CI/CD-пайплайнів, у яких результати діяльності студентів інтегруються безпосередньо в автоматизовані конвеєри [6]. Такий підхід трансформує оцінювання з епізодичного контролю у безперервний моніторинг професійної активності. Автоматична збірка, тестування, аналіз якості коду та розгортання забезпечують миттєвий зворотний зв'язок і сприяють формуванню відповідальності за кожен етап життєвого циклу програмного продукту.

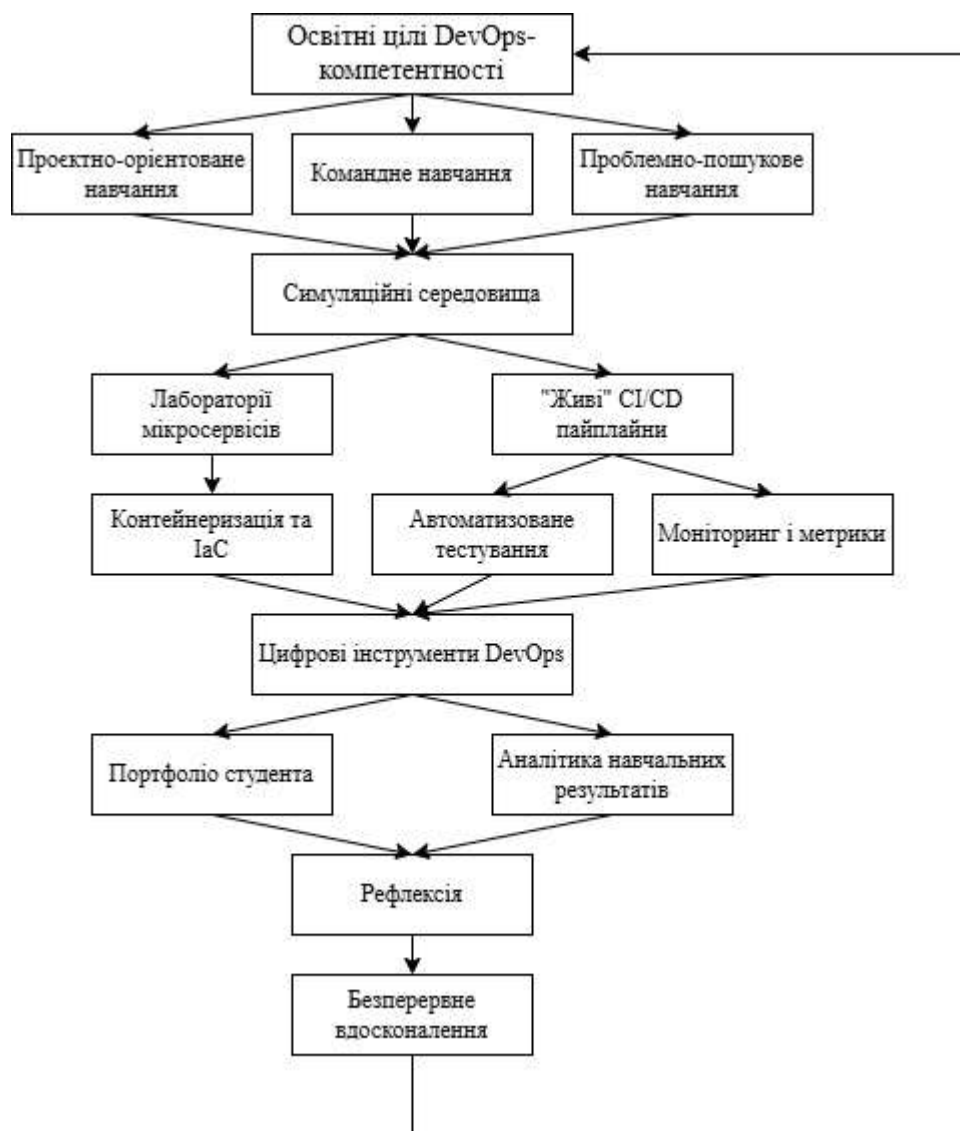
Аналітика логів, метрик продуктивності та результатів тестування виступає основою формувального оцінювання й розвитку рефлексивної позиції

здобувачів освіти. Технічні дані трансформуються в педагогічно значущу інформацію, що використовується для корекції освітніх стратегій, індивідуалізації навчальних траєкторій та планування подальшого професійного розвитку.

Інтеграція симуляційних платформ, мікросервісних лабораторій, «живих» пайплайнів і проєктно-орієнтованих форм навчання формує замкнену цифрову екосистему DevOps-освіти, у якій освітні цілі, інструментальна база та механізми зворотного зв'язку функціонують як єдина система. Така модель забезпечує перехід від фрагментарного засвоєння технологій до цілісного опанування професійної діяльності ІТ-фахівця в умовах автоматизованих і командно організованих середовищ.

Для узагальнення взаємозв'язків між педагогічними технологіями, цифровими інструментами та результатами професійної підготовки подано модель цифрової екосистеми DevOps-навчання (рис. 1), що відображає інтеграцію освітніх цілей, форм організації діяльності, інфраструктурних компонентів і механізмів зворотного зв'язку.

Рисунок 1 ілюструє замкнену педагогічну екосистему, у межах якої формування DevOps-компетентності реалізується через поєднання проєктно-орієнтованого, командного та проблемно-пошукового навчання із симуляційними середовищами, лабораторіями мікросервісної архітектури та «живими» CI/CD-пайплайнами. Цифрові DevOps-інструменти забезпечують створення портфоліо студента й аналітику навчальних результатів, що активізує рефлексивні процеси та підтримує цикл безперервного вдосконалення. Таким чином, модель відображає системний і циклічний характер DevOps-орієнтованого навчання, у якому освітні цілі, діяльнісні практики та зворотний зв'язок функціонують як єдине ціле.



**Рисунок 1.** Цифрово-педагогічна екосистема DevOps-підготовки  
*Джерело рисунка: розробка автора*

Запропонований підхід створює педагогічні умови для формування конкурентоспроможного фахівця нового покоління, здатного ефективно працювати з хмарними інфраструктурами, автоматизованими конвеєрами розроблення та міждисциплінарними командами, а також підтримує установку на безперервне професійне вдосконалення як ключовий принцип DevOps-культури.

### Список літератури:

1. Iyer G. N., Yisheng A. G., Metilda C. H. E., Choong W. X., Koh S. W. A web-based IDE for DevOps learning in software engineering higher education // *2024 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)*. IEEE, 2024. P. 1–8. DOI: 10.1109/TALE62452.2024.10834361.
2. Getting started with Azure DevOps [Electronic resource]. 2023. Available at: <https://www.azuredevopslabs.com/> (accessed: 21.02.2026).

3. Microservices Architecture Fundamentals with DevOps Integration Training Course [Electronic resource]. 2024. Available at: <https://skillvotech.com/microservices-architecture-fundamentals-with-devops-integration-training-course/> (accessed: 21.02.2026).

4. Мікросервіси: від основ до продакшену [Електронний ресурс]. 2026. Режим доступу: <https://robotdreams.cc/uk/course/mikroservisna-arhitektura> (дата звернення: 21.02.2026).

5. DevOps Guide. Hands-On Labs [Electronic resource]. 2026. Available at: <https://devopsguide.tech/labs> (accessed: 21.02.2026).

6. Saleh S. M., Madhavji N., Steinbacher J. A systematic literature review on continuous integration and deployment (CI/CD) for secure cloud computing // *arXiv preprint arXiv:2506.08055*. 2025. DOI: 10.48550/arXiv.2506.08055.

# ФІНСЬКИЙ ДОСВІД ПІДГОТОВКИ ДОКТОРІВ ФІЛОСОФІЇ: МОЖЛИВОСТІ ТВОРЧОЇ ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ

**Штаєр Руслана Вікторівна**  
аспірантка кафедри ЗППВШ  
ДВНЗ УжНУ,  
Викладач ПГФК ДВНЗ УжНУ

Процес цифрової трансформації вищої освіти в Україні вимагає не лише технічного оновлення, а й докорінної зміни філософії підготовки дослідників третього освітньо-наукового рівня. Фінляндія, згідно з індексом **DESI (Digital Economy and Society Index)**, стабільно посідає лідерські позиції в ЄС завдяки високому рівню цифрових навичок населення та безшовній інтеграції ІТ у науковий сектор. Для України фінська модель є референтною через її гнучкість, високу автономію дослідника та орієнтацію на принципи «Open Science» (Відкритої науки).

**Аналіз фінської цифрової екосистеми підготовки PhD.** Ключовою особливістю фінських університетів (зокрема Університету Гельсінкі та Університету Аалто) є створення цілісної цифрової екосистеми, яка супроводжує докторанта на всіх етапах дослідження. Як зазначає **Pekka Haltia (2022)**, фінський підхід базується на системній підтримці, що підкріплюється доступом до потужних національних сервісів [1].

Серед ключових інструментів, що формують цифрову компетентність майбутніх докторів філософії у Фінляндії, варто виділити:

- **CSC – IT Center for Science:** Національний оператор, що надає докторантам доступ до хмарних обчислень (**Pouta**) та сервісів безпечного зберігання великих даних (**IDA**).

- **Система Fairdata.fi:** Забезпечує реалізацію принципів **FAIR** (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable). Сервіс **Metax** дозволяє аспірантам створювати описові метадані, роблячи їхні дослідження видимими для міжнародної спільноти [5].

- **Платформи Peppi/Sisu:** Інтегровані системи, де аспірант самостійно конструює свій цифровий індивідуальний план (ISP), обираючи модулі з аналізу даних або штучного інтелекту відповідно до потреб свого проекту.

Творча імплементація фінського досвіду в вітчизняну систему освіти має відбуватися за наступними напрямками:

1. **Впровадження концепції «Digital Research Pedagogy»:** Перехід від викладання загальних ІТ-дисциплін до інтегрованого цифрового супроводу. Це передбачає використання спеціалізованого ПЗ (наприклад, NVivo для якісних досліджень або мови R для статистичного аналізу) як обов'язкового елемента підготовки. У сучасних умовах цифрової трансформації вищої освіти України

така модель дозволяє наблизити підготовку PhD до європейських стандартів та підвищити її практичну спрямованість (European Commission, 2024) [8, 9]. На відміну від традиційного підходу, де цифрові компетентності формуються в межах окремих дисциплін, *Digital Research Pedagogy* передбачає їх системну інтеграцію у всі компоненти освітньо-наукової програми: від методології дослідження до підготовки дисертації. Зокрема, у вітчизняних університетах доцільним є впровадження обов'язкового використання спеціалізованого програмного забезпечення як інструменту дослідницької діяльності. Так, для якісних досліджень можуть застосовуватися програми типу NVivo, що забезпечують глибинний аналіз текстових даних, тоді як для кількісних досліджень — мови програмування R або Python, які дозволяють здійснювати статистичний аналіз, моделювання та візуалізацію результатів (Rubio-Gragera et al., 2025) [12].

Практика європейських університетів демонструє, що ефективність такого підходу забезпечується через поєднання навчальної та дослідницької діяльності, зокрема шляхом реалізації проектно-орієнтованого навчання та залучення PhD-здобувачів до роботи з реальними науковими даними (Symonenko et al., 2025) [13]. Для української вищої школи це означає необхідність трансформації змісту освітніх програм у напрямі:

- інтеграції цифрових інструментів у всі навчальні дисципліни PhD-рівня;
- розвитку навичок управління дослідницькими даними (*Research Data Management*);
- впровадження принципів відкритої науки (*Open Science*);
- формування компетентностей використання штучного інтелекту в наукових дослідженнях (EDEN, 2025) [9].

Водночас впровадження концепції *Digital Research Pedagogy* в Україні потребує створення відповідних організаційно-педагогічних умов, серед яких: розвиток цифрової інфраструктури університетів, підвищення цифрової компетентності науково-педагогічних працівників, а також оновлення нормативно-методичного забезпечення підготовки докторів філософії. Важливим аспектом є також формування культури академічної доброчесності в умовах використання цифрових технологій і систем штучного інтелекту (Nuangchalerm, 2023) [11].

**2. Розвиток культури Open Access та Open Data:** Адаптація досвіду фінського проекту **DigiVisio 2030**, що передбачає створення єдиного цифрового профілю дослідника. В Україні це може бути реалізовано через поглиблену інтеграцію з системою «E-Science» [3]. У цьому контексті особливу увагу привертає досвід фінського проекту *DigiVisio 2030*, який передбачає створення інтегрованого цифрового освітньо-наукового середовища та єдиного цифрового профілю дослідника як інструменту накопичення, верифікації та представлення результатів наукової діяльності.

Концепція єдиного цифрового профілю дослідника базується на принципах відкритості, інтероперабельності та прозорості наукових даних. Такий профіль забезпечує інтеграцію різних компонентів наукової діяльності: публікацій,

дослідницьких даних, проєктів, академічної мобільності, а також цифрових компетентностей дослідника. У європейській практиці подібні профілі часто синхронізуються з міжнародними ідентифікаторами (наприклад, ORCID), що сприяє підвищенню видимості та впливу наукових результатів.

Для української вищої школи адаптація цього досвіду передбачає поглиблену інтеграцію з національними цифровими науковими інфраструктурами, зокрема системою «E-Science», яка може стати базовою платформою для формування цифрового дослідницького середовища (Symonenko et al., 2025) [13]. У межах такої інтеграції доцільним є:

- створення єдиних електронних профілів PhD-здобувачів із відображенням їхніх наукових досягнень;
- забезпечення доступу до відкритих наукових репозитаріїв та баз даних;
- впровадження практик управління дослідницькими даними (*Research Data Management*);
- розвиток інституційних політик відкритого доступу (*Open Access policies*).

Важливим аспектом є також формування у PhD-здобувачів компетентностей роботи з відкритими даними, зокрема навичок їх збору, аналізу, верифікації та етичного використання. Європейські дослідження підкреслюють, що відкритість наукових даних сприяє підвищенню якості досліджень, їх відтворюваності та міждисциплінарної взаємодії (European Commission, 2024; EDEN, 2025) [8, 9,10].

Водночас впровадження культури *Open Science* в Україні потребує подолання низки викликів, серед яких: недостатній рівень цифрової інфраструктури, обмежений доступ до міжнародних наукових ресурсів, а також недостатня обізнаність дослідників щодо принципів відкритої науки. У цьому контексті важливим є розвиток інституційної підтримки, зокрема створення центрів відкритої науки, проведення тренінгів та інтеграція відповідних модулів у PhD-програми.

**3. Мережева взаємодія через сервіси типу Eduuni:** Створення спільних цифрових середовищ для колаборації аспірантів різних університетів, що сприятиме міждисциплінарності досліджень. У цьому контексті показовим є досвід фінських університетів, зокрема використання платформ типу *Eduuni*, які забезпечують ефективну міжінституційну співпрацю незалежно від організаційних меж. Платформа *Eduuni* є цифровим середовищем для спільної роботи, що об'єднує різноманітні інструменти (хмарні сервіси, робочі простори, вікі-системи, системи управління проєктами) та дозволяє організувати взаємодію між учасниками різних університетів, наукових установ і міжнародних проєктів (CSC – IT Center for Science, 2024) [7]. Важливою особливістю є можливість залучення користувачів незалежно від їхньої інституційної належності, що значно розширює потенціал наукової колаборації.

У межах таких платформ реалізується інтегрований підхід до організації наукової діяльності, який включає:

- спільну роботу над дослідницькими проєктами в режимі реального часу;
- обмін науковими матеріалами та даними через єдині цифрові сховища;
- використання інструментів управління проєктами (наприклад, Jira, Planner);

- розвиток цифрових спільнот дослідників і міждисциплінарних мереж.

Зокрема, у фінському проєкті *DigiVisio 2030* платформа Eduuni використовується як середовище координації діяльності університетів, партнерів і дослідників, забезпечуючи прозорість, доступність інформації та ефективну комунікацію між усіма учасниками. Такий підхід сприяє формуванню мережевої культури досліджень, що є ключовою характеристикою сучасного Європейського дослідницького простору.

Для української вищої школи адаптація цього досвіду передбачає створення або розвиток аналогічних цифрових платформ, інтегрованих у національну систему наукової інфраструктури. Це може бути реалізовано через:

- розвиток міжуніверситетських цифрових платформ для PhD-здобувачів;
- інтеграцію існуючих систем (зокрема «E-Science») із міжнародними сервісами;
- створення віртуальних дослідницьких груп і спільнот практики (*communities of practice*);
- підтримку міждисциплінарних проєктів із використанням цифрових інструментів колаборації.

Європейський досвід підтверджує, що мережева взаємодія є важливим чинником підвищення якості наукових досліджень, оскільки вона сприяє обміну знаннями, розвитку інновацій та формуванню міждисциплінарних підходів (European Commission, 2024; EDEN, 2025) [8, 9,10]. Водночас для України актуальними залишаються виклики, пов'язані з нерівномірним рівнем цифрової інфраструктури та необхідністю підвищення цифрової готовності учасників освітнього процесу.

Як підкреслюється в **Українській стратегії розвитку вищої освіти на 2022–2032 роки**, цифровізація є ключовим інструментом забезпечення якості, проте саме фінський досвід дозволяє уникнути формалізму, зміщуючи акцент на прикладну цінність цифрових навичок [4]. Фінський досвід демонструє, що цифрова компетентність доктора філософії — це не лише володіння технічними інструментами, а здатність ефективно працювати в глобальному цифровому науковому просторі. Для України найбільш перспективною є імплементація підходів до управління науковими даними (Research Data Management) та розвиток хмарної інфраструктури для молодих вчених. Це дозволить підвищити конкурентоспроможність українських PhD на міжнародному ринку праці та сприятиме інтеграції в Європейський дослідницький простір.

### Список літератури

1. Haltia, P., Naumanen, T. The Finnish Doctoral Education System: Transitions and Challenges. *Journal of Higher Education Policy and Management*. 2022. Vol. 44, № 2. P. 145–160.
2. Open Science and Research Coordination in Finland. Declaration for Open Science and Research 2020–2025. Federation of Finnish Learned Societies. 2020. Режим доступу: <https://avointiede.fi/en>

3. DigiVisio 2030 Project. A future for higher education in Finland. Режим доступу: <https://digivisio2030.fi/en/>
4. Міністерство освіти і науки України. Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки. 2022. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/>
5. Fairdata Service. Metadata and research data management in Finland. 2024. Режим доступу: <https://www.fairdata.fi/en/>
6. CSC – IT Center for Science. Data management services for researchers. 2025. Режим доступу: <https://www.csc.fi/en/researchers>
7. CSC – IT Center for Science. Eduuni collaboration services. 2024. Режим доступу: <https://www.csc.fi/en/researchers>
8. European Commission. Digital transformation of education and research. 2024. Режим доступу: <https://education.ec.europa.eu/>
9. European Commission. Digital Competence Framework for Citizens (DigComp). 2024. Режим доступу: [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/projects-and-activities/education-and-training/digital-transformation-education/digital-competence-framework-digcomp\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/projects-and-activities/education-and-training/digital-transformation-education/digital-competence-framework-digcomp_en)
10. EDEN Digital Learning Europe. Digital education and collaboration report. 2025. Режим доступу: <https://eden-europe.eu/>
11. Nuangchalerm, P. AI-driven learning analytics in STEM education. *Journal of Technology and Education Research*. 2023.
12. Rubio-Gragera, M., et al. Digital competence in AI based on DigComp model. *Journal of Technology and Science Education*. 2025.
13. Symonenko, S., et al. Digital competence of doctoral students. *CEUR Workshop Proceedings*. 2025.

## **АНАЛІТИЧНЕ ТА ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ ГУСТИНИ СТРУМУ В ЕЛЕКТРОДАХ ЕЛЕКТРОХІРУРГІЧНОГО ІНСТРУМЕНТУ**

**Дубко Андрій Григорович,**  
к.т.н., старший науковий співробітник,  
Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України;  
доцент кафедри біомедичної інженерії,  
Національний технічний університет  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
м. Київ, Україна

**Чвортко Наталія Анатоліївна,**  
к.т.н., старший науковий співробітник,  
Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України,  
м. Київ, Україна

**Мацас Євген Євгенович,**  
провідний інженер,  
Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України,  
м. Київ, Україна

**Буряк Владислав Юрійович,**  
провідний інженер,  
Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України,  
м. Київ, Україна

Проектування конструкцій електродів електрохірургічних інструментів за допомогою аналітичного та числового моделювання допомагає оцінити складні електромагнітні процеси, які відбуваються в них. Змінний струм використовують під час проведення електрохірургічних втручань для коагуляції, розрізання та з'єднання зварюванням живих біологічних тканин [1-5]. Поведінку електромагнітних полів, що виникають в провідниках, по яких проходить змінний струм, вивчає електродинаміка, фундаментом якої є теорія Максвелла [6].

Для однорідного і ізотропного середовища позбавленого зарядів, з основних рівнянь Максвелла витікає комплексне рівняння Гельмгольца. Це рівняння описує розповсюдження плоских гармонічних електромагнітних хвиль в провіднику чи недосконалому діелектрику [7]

$$-\nabla\left(\frac{1}{\mu}\nabla E\right) + (i\omega\sigma - \omega^2\varepsilon)E = 0 \quad (1)$$

де  $\nabla$  – оператор набла;  
 $\mu$  – магнітна проникність провідного середовища;  
 $E$  – напруженість електричного поля;  
 $i$  – уявна одиниця;  
 $\omega$  – кутова частота ( $2\pi f$ );  
 $f$  – частота;  
 $\sigma$  – питома електропровідність;  
 $\varepsilon$  – діелектрична проникність провідного середовища.

Аналітично можна розв'язати задачу знаходження густини струму в дроті з круглим поперечним перерізом за формулою

$$j = j_{env} \frac{J_0(kr)}{J_0(kR)} \quad (2)$$

$$k = \sqrt{i\omega\sigma\mu} \quad (3)$$

де  $R$  – радіус дроту;  
 $r$  – відстань від вісі;  
 $j_{env}$  – значення густини струму на межі провідника;  
 $J_0(x)$  – функція Бесселя першого роду нульового порядку.

Виконано аналітичне та чисельне моделювання проходження змінного струму в мідному круглому електроді діаметром 3 мм. Змінний струм, з частотами 440кГц, 240кГц та 40кГц проходить вздовж провідника. Електропровідність міді, її магнітна і діелектрична проникності наведені в таблиці 1.

**Таблиця 1.**  
Електротехнічні параметри міді

Матеріал	Питома електропровідність, $\sigma$ (См/м)	Діелектрична проникність, $\varepsilon$ (Ф/м)	Магнітна проникність, $\mu$ (Гн/м)
Мідь	$57 \times 10^6$	$8,8 \times 10^{-12}$	$4\pi \times 10^{-7}$

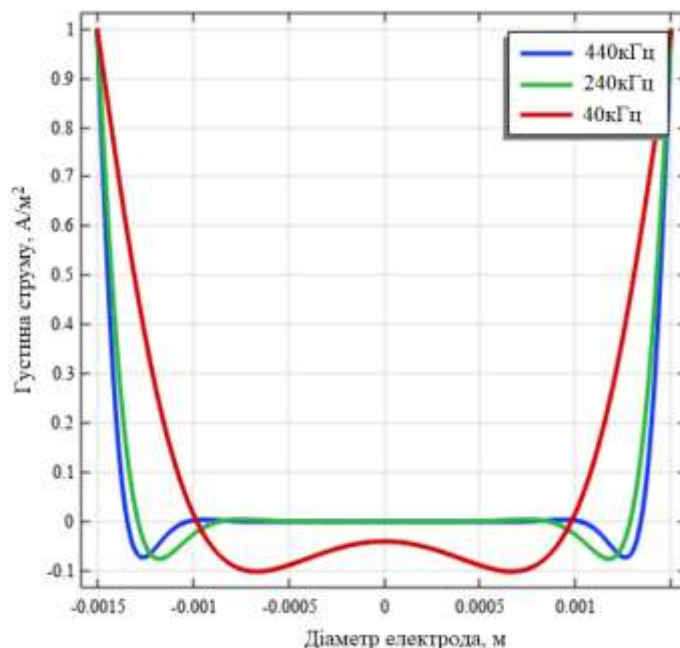
Під час розв'язання диференціальних рівнянь в частинних похідних використовували метод скінченних елементів.

Для ізотропного середовища і двовимірної чисельної стаціонарної задачі рівняння Гельмгольца (1) має вигляд:

$$-\frac{1}{\mu} \left( \frac{\partial^2 E}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 E}{\partial y^2} \right) + (i\omega\sigma - \omega^2\varepsilon)E = 0 \quad (4)$$

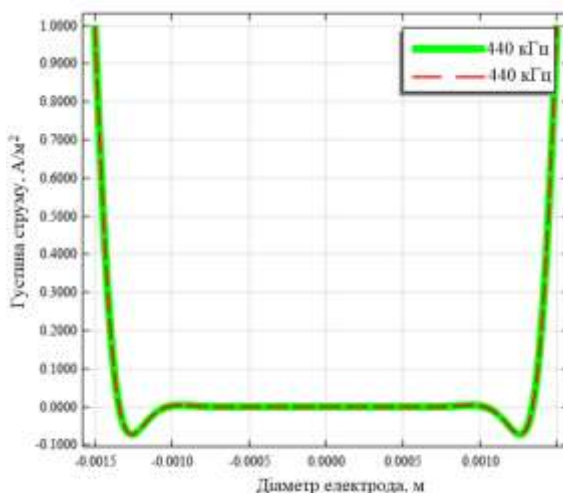
Це рівняння необхідно доповнити граничними умовами. На зовнішній поверхні провідника задано граничні умови 1 роду –  $E_{env}$  (значення електричного поля на межі середовища). При цьому це значення буде





**Рисунок 2.** Розподіл густини струму для частот 440кГц, 240 кГц та 40кГц вздовж горизонтального діаметрального перерізу  
Джерело рисунка: власна розробка авторів

На рисунку 3 для частоти 440кГц побудовано графік аналітичного знаходження густини струму вздовж горизонтального діаметрального перерізу круглого мідного провідника (червона пунктирна лінія), згідно формули (2). Також на рисунку 4 приведено графік чисельного рішення задачі (зелена лінія), згідно формули (6). Видно, що графіки аналітичного та чисельного рішення збігаються між собою.



**Рисунок 3.** Аналітичне та числове рішення розподілу густини струму для частоти 440кГц  
Джерело рисунка: власна розробка авторів

В роботі показано, що аналітичне та числове моделювання розподілу густини змінного струму в круглих мідних електродах дозволяють аналізувати зменшення ефективної площі поперечного перерізу провідника із збільшенням

частоти струму. Таке зменшення, в свою чергу, збільшує втрати на нагрівання електродів. Ці втрати необхідно враховувати у період розробки нових електрохірургічних технологій та інструментарію.

#### **Список літератури:**

1. Zabolotnyi, D., Kvasha, O. (2023). Biophysical evaluation of the effectiveness of high-frequency bipolar electric welding for closing defects in the dura mater in frontal sinus tumours with intracranial spread. *Bulletin of Medical and Biological Research*, Vol. 5, №3, 16–24. <https://doi.org/10.61751/bmbr.2706-6290.2023.3.16>
2. Sydorets, V., Dubko, A. (2015). The current distribution in the electrodes of electrosurgical instruments during welding of biological tissues. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 3, №5 (75), 24–28. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.43372>
3. Molotkovets, V., Medvediev, V., Korsak A. et al. (2020). Restoration of the Integrity of a Transected Peripheral Nerve with the Use of an Electric Welding Technology. *Neurophysiology*, Vol. 52, 31–42. <https://doi.org/10.1007/s11062-020-09848-3>
4. Umanets, N., Pasychnikova, N., Naumenko, V., Henrich, P., Cuschieri, A. (2014) High-frequency electric welding: A novel method for improved immediate chorioretinal adhesion in vitreoretinal surgery. *Graefe's Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.*, 252, 1697–1703. <https://doi.org/10.1007/s00417-014-2709-0>
5. Lebedev, A., Dubko, A. (2020). Use of Electric Welding of Living Tissues in Surgery. *Biomedical Engineering*, №1, 1-6. <https://doi.org/10.1007/s10527-020-09977-3>
6. Maxwell, J. (1873). *A Treatise on Electricity and Magnetism*. Oxford, UK, Clarendon Press. 500.
7. Popovic, Z., Popovic, B. (1999). *Introductory Engineering Electromagnetics*. Prentice Hall. 548.

## АВТОМАТИЗОВАНЕ СТВОРЕННЯ ДВОМОВНИХ ФЛЕШ-КАРТОК ДЛЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ МАРКЕРНОЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

**Блажко Олександр,**

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри інформаційних систем  
Національний університет «Одеська політехніка», Україна

**Халаміренко Олександр,**

аспірант кафедри інформаційних систем  
Національний університет «Одеська політехніка», Україна

**Вступ.** Впродовж багатьох років одним із інструментів для запам'ятовування знань, зокрема словникового запасу у вивченні іноземних мов, були флеш-картки – двосторонні паперові елементи, що містять запитання або підказку на передній стороні та відповідь на зворотній, дозволяючи поєднувати активне пригадування (retrieval practice) та систематичне повторення (spaced repetition) [1]. Але паперові флеш-картки мають обмеження: лише візуальна форма представлення без звукового супроводу, низька масштабованість, висока трудомісткість, час на оновлення та вартість процесу роздрукування кольорових карток [2]. Такі обмеження зникають у цифрових флеш-картках на мобільних пристроях, які швидко додають мультимодальність представлення інформації через аудіо, зображення та анімації. Але цифрові флеш-картки суттєво змінюють форму фізичної взаємодії учнів із навчальним середовищем, коли можуть зникнути традиційні матеріальні інтерфейси для стимулювання моторної і образної пам'яті учнів [3]. Тому з'явився гібридний підхід, що поєднує фізичну тактильність паперових карток з мультимодальними можливостями цифрових технологій через використання технології доповненої реальності (Augmented Reality, AR). AR-технологія накладає цифрові елементи на реальний світ у реальному часі. У флеш-картках AR дозволяє поєднувати традиційний візуальний контент із звуком, анімацією та 3D-об'єктами для підвищення ефективності навчання [4-6]. Але для створення AR-флеш-карток необхідні навички програмування, наприклад, у роботах [4-5] експерименти проводилися із окулярами Microsoft HoloLens у середовищі програмування Unity3D та програмній технології розпізнавання зображень Vuforia, робота [6] проводила експерименти зі звичайними веб-камерами. Для створення AR-флеш-карток без навичок програмування необхідний доступ до платних програмних конструкторів.

**Мета роботи.** Одною з причин не розповсюдженості AR-флеш-карток у навчальних закладах України, особливо для вивчення іноземних слів, є відсутність відкритого програмного конструктора, який не вимагає навичок програмування та сплати за його оренду. Тому метою цієї роботи стала реалізація

програмного конструктора із автоматизованого створення двомовних AR-флеш-карток у відкритому веб-середовищі.

**Основна частина.** Для досягнення вказаної мети було використано створений авторами відкритий Web-AR-конструктор у GitHub-середовищі з підтримкою технології змішаної реальності [7], який має наступні особливості:

- використання паперових маркерів типу Barcode/Pattern/ArUco, які можуть бути самостійним реальним об'єктом, або можуть бути приєднаними до інших реальних об'єктів;
- використання мультимедіа-контенту типу зображення, звук, відео, 3D-примітиви, 3D-складні об'єкти для прив'язки до маркерів;
- використання спеціального маркера-контролера змішаної реальності, який дозволяє «торкатися» до 3D-об'єктів інших маркерів;
- налаштування взаємодії з маркерами через редагування текстового файлу у JSON-форматі;
- розміщення веб-програми роботи з маркерами у GitHub-репозиторіях користувачів із автоматичним створенням веб-сайту доступу до програми;
- відкритий доступ до шаблонного GitHub-репозиторію з необхідними програмними бібліотеками.

Ідея створення AR-флеш-карток у Web-AR-конструкторі містить наступне:

- одна сторона картки містить два ArUco-маркера (Рис. 1);
- один маркер пов'язано з одною мовою, а другий – з іншою;
- до кожного маркера додається мультимедіа-контент як зображення зі текстом слова, відображенням слова у вигляді іконки та звуковий супровід слова.



**Рисунок 1.** Приклади зображень ArUco-маркерів для AR-флеш-карток

Джерело рисунку: розробка авторів

Картки із маркерами можуть бути заздалегідь підготовлені (роздруковані або намальовані) для будь-яких наборів слів двох мов. Але найскладнішим, трудомістким процесом є підготовка файлів із зображеннями та звуковим супроводом. Для зменшення трудомісткості було автоматизовано процес створення файлів через веб-програму, яка пропонує наступні кроки (Рис.2):

- 1) додати список англomовних слів;
- 2) обрати мову зі списку доступних «Target Language Words»: Англійська, Іспанська, Італійська, Німецька, Польська, Португальська, Французька;
- 3) перекласти список слів (кнопка «Translate»);
- 4) налаштувати властивості зображення: розміри, колір фону, слів, зображення-іконки, розташування іконки по відношенню до слова;

- 5) згенерувати зображення (кнопка «Generate All Bilingual Images»), яке містить зображення слова та іконку, яку автоматично отримано із сервісу іконок;
- 6) вказати API Key для генерації аудіо-файлів з промовою слів;
- 7) згенерувати аудіо-файли (кнопка «Generate All Audio»);
- 8) переглянути згенеровані файли із зображеннями та аудіо-файли;
- 9) за бажанням змінити автоматично згенеровані іконки на інші;
- 10) зберегти архів із файлами зображень (кнопка «Download Images ZIP») та архів із аудіо-файлами (кнопка «Download Audio ZIP»).

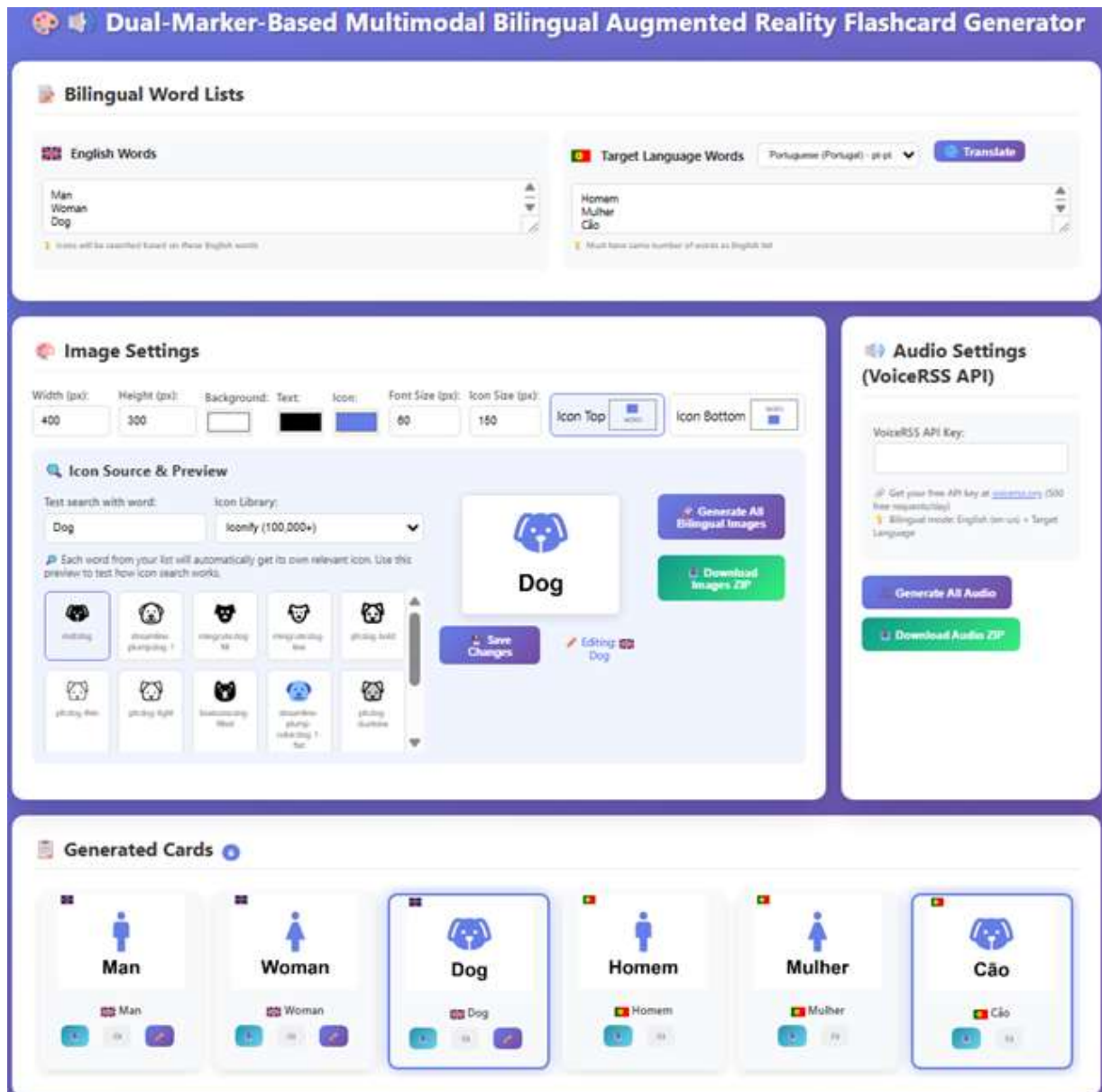


Рисунок 2. Знімок основного екрану веб-програми створення двомовних AR-флеш-карток із прикладом для англійської та португальської мови.

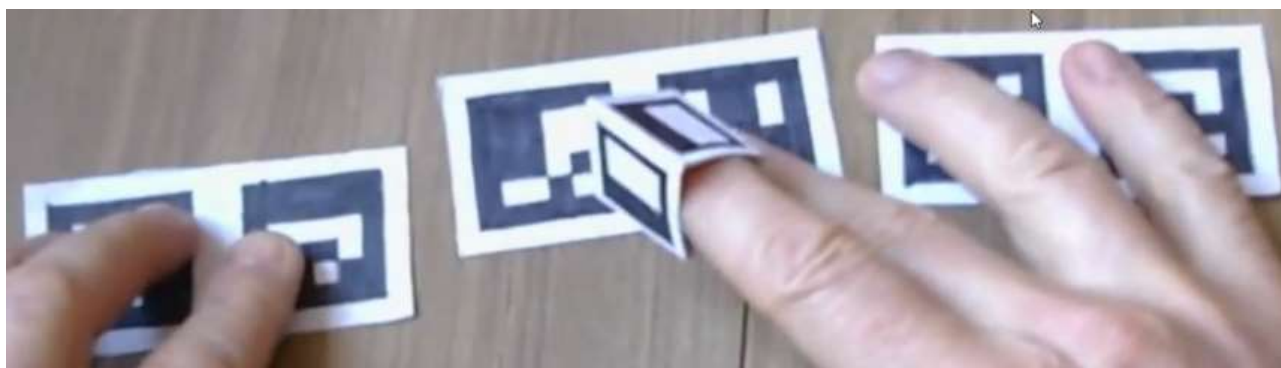
Джерело рисунку: розробка авторів

Відкритий доступ до веб-програми автоматизованого створення файлів мультимедіа-контенту для AR-флеш-карток забезпечено через GitHub-репозиторій [8].

Для створення веб-програми необхідно:

- створити копію GitHub-репозиторію (кнопка fork);
- завантажити до репозиторію створені файли зображень та аудіо-файли;
- оновити файл config.json, вказавши назви файлів зображень та аудіо-файлів;
- налаштувати веб-сайт з веб-програмою (розділ Settings->Pages).

На рисунку 3 наведено приклади взаємодії з маркерами AR-флеш-карток.



(а) приклад розміщення карток з ArUco-маркерами та Barcode-маркера з AR-контролером на пальці руки



(б) приклад візуалізації зображень для двох мов на ArUco-маркерах та контролера на Barcode-маркері

**Рисунок 3.** Приклади взаємодії з маркерами AR-флеш-карток  
Джерело рисунку: розробка авторів

У програмі запропоновано використати два типи маркерів, які враховують особливості середовища взаємодії:

– ArUco-маркери мають більшу якість розпізнавання у гірших умовах освітлення, але мають меншу стабільність доданих до них зображень під час переміщення у просторі, що є більш придатним для їх використання із менш рухливими картками;

– Barcode-маркери мають протилежні до ArUco-маркерів властивості, тому цей тип маркеру було використано як контролер змішаної реальності, дозволяючи йому пересуватися у просторі та торкатися зображень інших ArUco-маркерів.

Демонстрація процесу створення маркерів, файлів зображень та аудіо-файлів, а також процес взаємодії з AR-флеш-картками представлено на відео-запису [9].

**Висновки.** За результатами робіт реалізовано програмний конструктор для автоматизованого створення AR-флеш-карток з відкритим, безкоштовним доступом для викладачів іноземних мов без навичок програмування:

- універсальний набір карток із зображеннями двох ARUco-маркерів можна використовувати для будь-яких наборів слів;
- спеціальний Barcode-маркер працює як контролер змішаної реальності, дозволяючи торкатися зображень інших маркерів, перемикаючи на нове зображення та вмикаючи аудіо-супровід;
- GitHub-середовище дозволяє створювати відкриті репозиторії та швидко перетворювати їх у веб-сайти без особливих навичок, що забезпечує швидкий засіб створення нової версії веб-програми керування AR-флеш-картками.

Особливий навчальний ефект можна отримати через використання конструктора у проєктно-орієнтованому навчанні, коли AR-флеш-картки створюють самі студенти за різними групами слів, проходячи два етапи:

- на 1-му етапі студенти створюють AR-флеш-картки із згенерованими аудіо-файлами (комп'ютерні голоси);
- на 2-му етапі студенти створюють аудіо-файли власноруч, записуючи свій голос та тренуючи мовлення вже почутих слів.

Ця робота мала за мету створити програмний інструмент, доступний для викладачів із іноземних мов. Не було проведено експериментів з оцінки ефективності використання AR-флеш-карток. Але під час проведення досліджень було проаналізовано десятки наукових публікацій, у яких команди викладачів та програмістів впроваджують AR-флеш-картки у навчальний процес, демонструючи позитивні результати із запам'ятовування іноземних слів. Тому доцільним було б об'єднати зусилля викладачів українських навчальних закладів та розпочати активне впровадження AR-флеш-карток, шукаючи нові сценарії та технології їх застосування.

### **Список літератури:**

1. Lei Y., Reynolds B. L. Learning English vocabulary from word cards: A research synthesis // *Frontiers in Psychology*. 2022. Vol. 13. P. 984211. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.984211>
2. Ashcroft R. J., Cvitkovic R., Praver M. Digital flashcard L2 vocabulary learning out-performs traditional flashcards at lower proficiency levels: A mixed-methods study of 139 Japanese university students // *The EuroCALL Review*. 2018. Vol. 26, No. 1. P. 14–28. DOI: <https://doi.org/10.4995/eurocall.2018.7881>
3. Yannier N., Hudson S. E., Wiese E. S., Koedinger K. R. Adding physical objects to an interactive game improves learning and enjoyment: Evidence from EarthShake // *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*. 2016. Vol. 23, No. 4. Article 26. 31 p. DOI: <https://doi.org/10.1145/2934668>
4. Ibrahim A., Huynh B., Downey J., Höllerer T., Chun D., O'Donovan J. ARbis Pictus: A study of language learning with augmented reality [Електронний ресурс] // *arXiv*. 2017. Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/1711.11243>

5. Weerasinghe M. та ін. VocabulARy: Learning vocabulary in AR supported by keyword visualisations // IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. 2022. Vol. 28, No. 11. P. 3748–3758. DOI: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2022.3203116>

6. Rahman M. A., Faisal R. R., Tho C. The effectiveness of augmented reality using flash card in education to learn simple English words as a secondary language // Procedia Computer Science. 2023. Vol. 227. P. 753–761. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.580>

7. Халаміренко О. І., Блажко О. А. Модернізація відкритого Web-AR-конструктора у GitHub-середовищі з підтримкою технології змішаної реальності // Інформаційні технології і автоматизація – 2025 : матеріали XVIII міжнар. наук.-практ. конф., Одеса, 30–31 жовт. 2025 р. Одеса : ОНТУ, 2025. С. 1174–1177. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17663174>

8. Блажко О., Халаміренко О. Автоматизоване створення двомовних флеш-карток для інтерактивної маркерної доповненої реальності [Електронний ресурс] // GitHub. Режим доступу: <https://github.com/Information-System-ICS/ARFlashCard> (дата звернення: 20.03.2026).

9. Blazhko O. Автоматизоване створення двомовних флеш-карток для інтерактивної маркерної доповненої реальності [Електронний ресурс] // YouTube. Режим доступу: <https://youtu.be/8pWg-1x-vFo> (дата звернення: 20.03.2026).

## **DIE PERSONENFREIZÜGIGKEIT IM EU- BINNENMARKT ALS INSTRUMENT RECHTLICHER UND SOZIOÖKONOMISCHER INTEGRATION**

**Khoptynskiy Artur,**

Bachelorstudent der Juristischen Fakultät, Studiengang „Internationales Recht“,  
Leonid Yuzkov Universität für Management und Recht,  
Chmelnyzkyj

**Petrenko Maryna,**

Hochschullehrerin, Lehrstuhl für Sprachwissenschaft,  
Leonid Yuzkov Universität für Management und Recht,  
Chmelnyzkyj

Die Freizügigkeit ist eine der Grundfreiheiten, auf denen das Funktionieren des Binnenmarktes der Europäischen Union beruht. Sie gewährleistet das Recht der Bürger der EU-Mitgliedstaaten, sich innerhalb des Unionsgebiets frei zu bewegen, dort zu wohnen, zu arbeiten und anderen wirtschaftlichen Tätigkeiten nachzugehen, ohne aufgrund ihrer Staatsangehörigkeit diskriminiert zu werden. Diese Freiheit ist ein Schlüsselement für die Schaffung eines einheitlichen wirtschaftlichen und sozialen Raums der EU und trägt zur Integration der Arbeitsmärkte sowie zur Erhöhung der Mobilität der Bevölkerung bei.

Der Binnenmarkt der Europäischen Union basiert auf vier Grundfreiheiten: dem freien Verkehr von Waren, Dienstleistungen, Personen und Kapital [1]. Unserer Ansicht nach kommt dabei gerade der Freizügigkeit von Personen besondere Bedeutung zu, da sie unmittelbar mit der Gewährleistung der Grundrechte verbunden ist und die sozioökonomische Integration der Mitgliedstaaten fördert. Die Verwirklichung dieser Freiheit gewährleistet eine effiziente Verteilung der Arbeitskräfte und trägt zur Bildung eines einheitlichen Arbeitsmarktes innerhalb der Europäischen Union bei.

Die Gewährleistung der Freizügigkeit von Personen innerhalb der Europäischen Union erfolgt durch ein System von Grundprinzipien. Zuerst gilt das Verbot der Diskriminierung aufgrund der Staatsangehörigkeit in Bezug auf den Zugang zur Beschäftigung, die Arbeitsbedingungen sowie die Höhe der Vergütung. Ein wichtiger Aspekt ist das Recht der EU-Bürger, ihren Wohnsitz frei zu wählen und in anderen Mitgliedstaaten einer Erwerbstätigkeit nachzugehen. Darüber hinaus wird die Gleichbehandlung der Unionsbürger in den Bereichen Sozialversicherung, Bildung, berufliche Bildung sowie bei anderen sozialen Vergünstigungen gewährleistet [2].

Die Rechtsgrundlage für die Freizügigkeit von Personen bilden die Bestimmungen des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union, insbesondere die Artikel 21 sowie 45–48, die das Recht der EU-Bürger auf Freizügigkeit verankern und die Grundsätze der Freizügigkeit von Arbeitnehmern festlegen [3]. Eine wichtige Rolle spielt auch das Sekundärrecht der EU, insbesondere Richtlinien und Verordnungen, die

die Bedingungen für die Ausübung dieser Rechte im Einzelnen regeln, einschließlich der Modalitäten für Einreise, Aufenthalt und Beschäftigung [4].

Die Freizügigkeit von Personen gilt sowohl für erwerbstätige Personen (Arbeitnehmer, Unternehmer) als auch für nicht erwerbstätige Personen (Studierende, Rentner), sofern die festgelegten Voraussetzungen erfüllt sind. Sie umfasst das Recht, Stellenangebote anzunehmen, sich zu diesem Zweck frei zu bewegen, in einem anderen Mitgliedstaat zu wohnen und nach Beendigung der Erwerbstätigkeit im Hoheitsgebiet dieses Staates zu verbleiben [5, S. 10–11].

Gemäß den Grundprinzipien der Sozialpolitik der Europäischen Union umfasst die Freizügigkeit von Personen die Gewährleistung eines angemessenen Niveaus an sozialem Schutz, Sicherheit und Gesundheitsschutz für die Bürger. Die Ausübung dieses Rechts beinhaltet folgende Möglichkeiten:

a) das Recht der Bürger der Europäischen Union, Stellenangebote im Hoheitsgebiet jedes Mitgliedstaats anzunehmen und zu prüfen;

b) das Recht, sich zum Zwecke der Arbeitssuche oder der Ausübung einer Erwerbstätigkeit frei im Hoheitsgebiet der Mitgliedstaaten zu bewegen;

c) das Recht, sich im Hoheitsgebiet eines anderen Mitgliedstaats zum Zwecke der Beschäftigung gemäß dessen nationalen Rechts- und Verwaltungsvorschriften aufzuhalten;

d) das Recht, nach Beendigung der Erwerbstätigkeit im Hoheitsgebiet eines Mitgliedstaats zu verbleiben, sofern die Anforderungen des Rechts der Europäischen Union sowie der einschlägigen von den Organen der Union erlassenen Rechtsakte erfüllt sind. [6]

Gleichzeitig ist die Freizügigkeit - wie auch die anderen Freiheiten des Binnenmarkts - nicht uneingeschränkt gewährleistet. Die Mitgliedstaaten können aus Gründen der öffentlichen Ordnung, der öffentlichen Sicherheit oder des Gesundheitsschutzes Beschränkungen vorsehen. Diese Beschränkungen müssen jedoch gerechtfertigt und verhältnismäßig sein und dürfen nicht als Mittel zur verdeckten Diskriminierung dienen [3].

Eine wichtige Rolle bei der Weiterentwicklung und Auslegung dieser Freiheit spielt die Rechtsprechung des Gerichtshofs der Europäischen Union, der die Bestimmungen der Gründungsverträge konkretisiert und deren einheitliche Anwendung in den Mitgliedstaaten gewährleistet. In seinen Urteilen erweitert der Gerichtshof den Inhalt der Freizügigkeit von Personen, indem er sie nicht nur auf Arbeitnehmer, sondern auch auf andere Gruppen von Bürgern ausdehnt, und entwickelt konsequent den Grundsatz der Nichtdiskriminierung weiter, wobei er selbst indirekte Beschränkungen als Verstoß anerkennt. Insbesondere hat der Gerichtshof in der Rechtssache 167/73, Kommission gegen Frankreich (1974), festgestellt, dass selbst administrative Hindernisse, die den Zugang von Bürgern anderer Mitgliedstaaten zum Arbeitsmarkt erschweren, mit dem EU-Recht unvereinbar sind. In diesem Urteil wurden die unmittelbare Wirkung der Vorschriften zur Freizügigkeit der Arbeitnehmer und die Verpflichtung der Staaten, einen gleichberechtigten Zugang zur Beschäftigung ohne Diskriminierung zu gewährleisten, bestätigt. Damit betonte der Gerichtshof, dass

die Freizügigkeit ein Grundrecht ist und dass jede Einschränkung dieser Freiheit gerechtfertigt und verhältnismäßig sein muss [7].

Im Zusammenhang mit den Beziehungen zu Drittländern kommt der Anpassung der nationalen Rechtsvorschriften an die EU-Standards als Voraussetzung für die Integration in den Binnenmarkt der Union besondere Bedeutung zu. Für die Ukraine erfolgt dieser Prozess im Rahmen des Assoziierungsabkommens mit der Europäischen Union, das eine schrittweise Angleichung der Rechtsvorschriften an die EU-Normen in den Bereichen Personenmobilität, Beschäftigung und Sozialpolitik vorsieht [5]. Insbesondere betrifft dies die Harmonisierung des Arbeitsrechts, die Gewährleistung gleicher Arbeitsbedingungen, die Sicherstellung der Nichtdiskriminierung sowie die Angleichung der Vorschriften zur Koordinierung der Sozialversicherungssysteme. Darüber hinaus zielt das Abkommen darauf ab, die Voraussetzungen für legale Arbeitsmobilität zu schaffen, den Schutz der Arbeitnehmerrechte zu verbessern und schrittweise europäische Standards im Bereich der Beschäftigung einzuführen. Es sieht zudem eine Zusammenarbeit in den Bereichen Bildung, Berufsausbildung und Weiterbildung vor, was zu einer effektiveren Integration der ukrainischen Bürger in den europäischen Arbeitsmarkt beiträgt.

Somit ist die Freizügigkeit nicht nur ein bedeutender sozioökonomischer Faktor, sondern auch ein zentrales Rechtsinstrument der Integration im Binnenmarkt der Europäischen Union. Sie stellt einen grundlegenden Bestandteil des Binnenmarktes und trägt zur Schaffung eines gemeinsamen Arbeitsmarktes, zur Erhöhung der Mobilität der Bevölkerung sowie zur effizienten Verteilung der Arbeitskräfte zwischen den Mitgliedstaaten bei. Die Freizügigkeit gewährleistet gleiche Chancen für EU-Bürger, sichert die Nichtdiskriminierung, den Zugang zu Beschäftigung, sozialer Sicherheit und Bildung sowie die Angleichung sozialer Standards. Die Rechtsprechung des Europäischen Gerichtshofs bestätigt, dass jegliche Beschränkungen - selbst wenn sie nur indirekter Natur sind - als Verstoß gegen diese Freiheit angesehen werden können, was ein hohes Maß an Rechtsschutz gewährleistet. Somit fördert die Freizügigkeit nicht nur die wirtschaftliche Entwicklung und die soziale Integration, sondern erfüllt auch eine Kontrollfunktion gegenüber den Maßnahmen der Mitgliedstaaten und gewährleistet so die Verwirklichung eines der zentralen Ziele der EU – die Schaffung eines einheitlichen, offenen und sozial orientierten Raums.

### Literaturverzeichnis

1. Матеріали науково-практичних конференцій Чорноморського національного університету імені Петра Могили. Серія: Право: Ольвійський форум – 2025: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі: XXII Міжнар. наук. конф. 16-22 черв. 2025 р., м. Миколаїв: наук. зб. / М-во освіти і науки України; ЧНУ імені Петра Могили. – Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2025. № 1 (1). 100 с. URL: <https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2841/1/ОФ-2025.%20Право.pdf>. (date of access: 06.03.2026).

2. Черних В.О. Правове регулювання свободи руху працівників в Європейському Союзі. Актуальні проблеми сучасного міжнародного права : зб.

наук. ст. за матеріалами І Харк. міжнар.-прав. читань, присвяч. пам'яті проф. М. В. Яновського і В. С. Семенова. 2015. Т.2. С.449–453. (date of access: 06.03.2026).

URL: <https://dspace.nlu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/6832147b-7f5d-46a8-bfc8-737998ee897e/content>. (date of access: 06.03.2026).

3. European Commission. Treaty on the Functioning of the European Union. Official Journal of the European Union. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:12012E/TXT>. (date of access: 06.03.2026).

4. Directive 2004/38/EC of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the right of citizens of the Union and their family members to move and reside freely. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2004/38/oj/eng>. (date of access: 06.03.2026).

5. Малиновська О. А. Міграційна політика Європейського Союзу: виклики та уроки для України. Київ: Нац. ін-т стратег. дослідж., 2014. 10 с. URL: <https://share.google/rtPsvlkLODcw9CZ38>. (date of access: 06.03.2026).

6. Panchenko S. Fundamental Freedoms of the EU Internal Market. Scientific and Practical Journal "Materials of Scientific Conferences of the Petro Mohyla Black Sea National University". 2025. No.1. URL: <https://doi.org/10.34132/mspc2025.01.11.17>. (date of access: 06.03.2026).

7. Judgment of the Court of Justice of the European Union. Case 167/73 Commission v France (1974). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:61973CJ0167>. (date of access: 06.03.2026).

8. Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії та їх державами-членами. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984\\_011#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text). (date of access: 06.03.2026).

# СПІВВІДНОШЕННЯ НОРМ ПРАВА І МОРАЛІ У ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ МЕДИЧНОГО ПРАЦІВНИКА: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ

**Капустник Володимир Валерійович**

д-р юрид. наук, доцент, професор  
кафедри судової медицини, медичного  
правознавства ім. засл. проф. М.С. Бокаріуса  
Харківський національний медичний університет

**Актуальність теми.** Сучасні трансформації у сфері охорони здоров'я, пов'язані з розвитком біомедичних технологій, цифровізацією медичних послуг та підвищенням стандартів прав людини, зумовлюють необхідність переосмислення співвідношення норм права і норм моралі у професійній діяльності медичних працівників. Медична практика є сферою, у якій правове регулювання не може бути ефективним без урахування етичних принципів, що формують професійну поведінку лікаря [1, с. 18].

Право встановлює обов'язкові правила поведінки, тоді як мораль визначає внутрішні ціннісні орієнтири діяльності. У медичній сфері така взаємодія має особливий характер, оскільки йдеться про захист фундаментальних благ — життя і здоров'я людини, а також її гідності [2, с. 42].

**Стан наукової розробки проблеми.** Проблеми співвідношення права і моралі традиційно досліджуються у теорії держави і права (М. І. Козюбра, О. В. Петришин). У сфері медичного права та біоетики зазначене питання розглядається у працях вітчизняних і зарубіжних учених [3].

Водночас у сучасних умовах цифровізації медицини виникає необхідність комплексного дослідження взаємодії правових і моральних норм у практичній діяльності медичного працівника.

**Основний матеріал.** Право і мораль виступають універсальними регуляторами суспільних відносин, які мають спільну мету — забезпечення соціального порядку та гармонізації поведінки суб'єктів [1, с. 25].

Норми права є формалізованими, загальнообов'язковими і забезпечуються державним примусом. Норми моралі мають неформальний характер і ґрунтуються на внутрішньому переконанні особи та суспільних цінностях [2, с. 51].

У професійній діяльності медичного працівника зазначені норми перебувають у постійній взаємодії. Правові норми визначають обсяг прав і обов'язків лікаря, порядок надання медичної допомоги, вимоги до інформованої згоди пацієнта та відповідальність за порушення стандартів лікування [4; 5].

Водночас моральні норми формують етичні стандарти медичної діяльності, зокрема принципи гуманізму, милосердя та поваги до пацієнта. У цьому

контексті важливе значення мають принципи біоетики — автономії, благодіяння, недопущення шкоди та справедливості [6; 7].

Особливої складності набувають ситуації, у яких виникає колізія між правовими та моральними нормами. Наприклад, при прийнятті рішень щодо обсягу медичного втручання, збереження лікарської таємниці або обмеження прав пацієнта. У таких випадках моральні норми нерідко виступають орієнтиром для правозастосування та заповнюють прогалини правового регулювання [3].

Наочно співвідношення норм права і моралі проявляється у питаннях евтаназії. У більшості правових систем, зокрема в Україні, евтаназія заборонена, що зумовлено необхідністю захисту права на життя як фундаментального права людини [4; 5]. Водночас у моральному вимірі оцінка евтаназії є неоднозначною, оскільки вона пов'язана з такими категоріями, як людська гідність, страждання та право особи на самовизначення.

У сучасній біоетиці існують різні підходи до оцінки евтаназії: від категоричного заперечення до визнання її допустимості за певних умов, зокрема у випадках невиліковних захворювань та нестерпного болю [6; 7]. Це свідчить про те, що моральні норми у цій сфері є більш гнучкими порівняно з правовими.

Для медичного працівника такі ситуації створюють складну етичну дилему, коли формально-правова заборона може вступати у суперечність із моральними переконаннями щодо необхідності полегшення страждань пацієнта. У таких випадках особливого значення набувають принципи біоетики, зокрема недопущення шкоди та поваги до автономії пацієнта.

Таким чином, проблема евтаназії демонструє складність взаємодії норм права і моралі у медичній діяльності та підкреслює необхідність їх узгодженого розвитку.

Окрім проблеми евтаназії, важливим прикладом співвідношення норм права і моралі є питання лікарської таємниці та відмови пацієнта від лікування. Відповідно до законодавства України, медичний працівник зобов'язаний зберігати лікарську таємницю, що включає інформацію про стан здоров'я пацієнта, факт звернення за медичною допомогою та інші відомості, отримані під час лікування [5].

Водночас у практичній діяльності виникають ситуації, коли дотримання лікарської таємниці може вступати у суперечність із необхідністю захисту інтересів інших осіб або суспільства. Наприклад, у випадках інфекційних захворювань або загрози життю третіх осіб постає питання про допустимість розголошення відповідної інформації. У таких ситуаціях правові норми передбачають можливість обмеження лікарської таємниці, проте моральний вибір медичного працівника залишається складним і потребує зваженого підходу.

Не менш показовою є проблема відмови пацієнта від лікування. Законодавство визнає право особи на відмову від медичного втручання як прояв автономії пацієнта [5]. Разом із тим для лікаря така відмова може суперечити професійному обов'язку збереження життя і здоров'я людини.

У цьому контексті виникає етична дилема: чи повинен лікар безумовно поважати волю пацієнта, навіть якщо це може призвести до негативних наслідків для його здоров'я або життя. Вирішення таких ситуацій потребує поєднання правових норм із моральними принципами, зокрема поваги до автономії пацієнта та обов'язку лікаря діяти в його найкращих інтересах.

Подальший розвиток цифрових технологій у медицині (телемедицина, штучний інтелект, обробка персональних даних) створює нові виклики для співвідношення права і моралі, що потребує адаптації правового регулювання з урахуванням етичних стандартів [8].

**Наукова новизна та авторська позиція.** У результаті дослідження сформульовано такі положення, що містять елементи наукової новизни:

– обґрунтовано, що співвідношення норм права і моралі у медичній діяльності має інтегративний характер та визначається специфікою об'єкта регулювання — життя і здоров'я людини;

– доведено, що моральні норми виконують регулятивно-компенсаторну функцію у випадках прогалин правового регулювання;

– запропоновано розглядати професійну діяльність медичного працівника як сферу взаємодії правових, етичних і деонтологічних норм;

– аргументовано необхідність закріплення етичних стандартів на рівні нормативно-правових актів з метою підвищення ефективності правового регулювання.

### **Висновки**

1. Норми права і норми моралі у сфері медичної діяльності перебувають у тісному взаємозв'язку.

2. Правові норми визначають формальні рамки діяльності, тоді як моральні — її зміст.

3. У випадках колізії моральні норми можуть виконувати компенсаторну функцію.

4. Показовими прикладами складності співвідношення норм права і моралі є питання еутаназії, лікарської таємниці та відмови від лікування.

5. Подальший розвиток медичного права має ґрунтуватися на інтеграції правових і етичних стандартів.

### **Список використаних джерел**

1. Горелова В. Ю. Когнітивний зміст моралі в медичній діяльності: історичний досвід та сучасний правовий стан // *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: юридичні науки.* – 2025. – Т. 36 (75), № 3. – С. 13–22.

2. Цвік М. В., Петришин О. В., Авраменко Л. В. та ін. Загальна теорія держави і права : підручник / за ред. М. В. Цвіка, О. В. Петришина. – Харків : Право, 2009. – 584 с.

3. Булеца С. Б., Менджул М. В. (ред.) Медичне право : підручник. – Ужгород, 2021. – 720 с.

4. Стеценко С. Г., Стеценко В. Ю., Сенюта І. Я. Медичне право України : підручник / за ред. С. Г. Стеценка. – Київ : Правова єдність, 2008. – 507 с.

5. Основи законодавства України про охорону здоров'я : Закон України від 19.11.1992 № 2801-ХІІ.

6. Beauchamp T. L., Childress J. F. Principles of Biomedical Ethics. – Oxford: Oxford University Press, 2025. <https://www.researchgate.net/publication/394157036>

7. UNESCO Universal Declaration on Bioethics and Human Rights. – 2005. <https://unesdoc.unesco.org>

8. Ніколенко Л. М. Електронне правосуддя як спосіб підвищення ефективності судового розгляду // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Право. – 2022. – Вип. 71. – С. 338–341. DOI: <https://doi.org/10.24144/2307-3322.2022.71.57>.

# ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЦИВІЛЬНОГО ПРОЦЕСУ В УКРАЇНІ: ДОКАЗУВАННЯ, ЕЛЕКТРОННІ ДОКАЗИ ТА ПРОЦЕСУАЛЬНІ ГАРАНТІЇ

**Капустник Наталія Геннадіївна**

кандидат юридичних наук,  
асистент кафедри права,

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

**Актуальність теми.** Сучасний етап розвитку правової системи України характеризується активним впровадженням цифрових технологій у сферу правосуддя. Цифровізація цивільного процесу є складовою ширших процесів трансформації державного управління та правового регулювання, спрямованих на забезпечення доступності правосуддя та підвищення ефективності судочинства [3].

Водночас впровадження цифрових технологій у цивільне судочинство породжує нові правові виклики, пов'язані з трансформацією інституту доказування. Зокрема, поширення електронних доказів, використання інформаційно-телекомунікаційних систем, а також елементів штучного інтелекту змінюють традиційні підходи до встановлення фактичних обставин справи. Проблематика правового статусу електронних доказів активно досліджується у сучасній науці цивільного процесуального права [5; 6].

Особливої актуальності набуває проблема забезпечення процесуальних гарантій в умовах цифровізації, адже використання новітніх технологій не повинно призводити до обмеження прав учасників цивільного процесу.

**Стан наукової розробки.** Проблеми доказування у цивільному процесі були предметом дослідження таких учених, як В. В. Комаров, С. Я. Фурса, Р. О. Куйбіда, О. В. Дзера та ін. [2]. Значну увагу питанням електронного правосуддя приділено у працях сучасних дослідників, зокрема щодо правового статусу електронних доказів та цифрових процесуальних форм [3; 5].

Практика застосування електронних доказів свідчить про наявність труднощів, пов'язаних із визначенням їх допустимості та достовірності [6]. Саме тому комплексне дослідження доказування в умовах цифровізації цивільного процесу залишається недостатньо розробленим, що зумовлює актуальність даного дослідження.

**Мета дослідження.** Метою роботи є визначення особливостей доказування у цивільному процесі в умовах цифровізації та формулювання пропозицій щодо вдосконалення цивільного процесуального законодавства України.

**Основний матеріал.** Цивільний процес базується на принципах змагальності, диспозитивності та безпосередності дослідження доказів, які зазнають трансформації під впливом цифровізації [1; 2].

Відповідно до ст. 100 Цивільного процесуального кодексу України, електронні докази є самостійним видом доказів і включають інформацію в

електронній формі, що може містити дані про обставини, які мають значення для справи [4].

Разом із тим практика застосування електронних доказів свідчить про наявність низки проблем. Зокрема, складним є встановлення автентичності електронної інформації, її походження, а також забезпечення незмінності даних [5].

Особливо дискусійним є питання допустимості доказів, отриманих із мережі Інтернет, соціальних мереж або електронних комунікацій. У таких випадках виникає необхідність вироблення чітких критеріїв оцінки достовірності інформації [6].

Окрім цього, цифровізація зумовлює зміну ролі суду у процесі доказування. Використання автоматизованих систем обробки інформації та елементів штучного інтелекту створює передумови для часткової автоматизації процесу оцінки доказів, що викликає дискусії щодо допустимості такого підходу [7].

На нашу думку, застосування цифрових технологій у цивільному процесі має здійснюватися з урахуванням принципу верховенства права, який передбачає забезпечення справедливого судового розгляду та дотримання процесуальних прав сторін.

У цьому контексті особливої уваги потребує забезпечення таких гарантій:

- права на доступ до правосуддя;
- рівності сторін у процесі;
- права на ефективний судовий захист;
- принципу безпосередності дослідження доказів.

З урахуванням викладеного, доцільним є вдосконалення правового регулювання у сфері доказування шляхом:

- деталізації правового режиму електронних доказів;
- встановлення вимог до їх автентифікації;
- врегулювання використання цифрових технологій у судовому процесі;
- визначення меж застосування штучного інтелекту.

**Наукова новизна та авторська позиція.** У результаті проведеного дослідження сформульовано такі теоретичні положення, що мають елементи наукової новизни.

По-перше, обґрунтовано, що цифровізація цивільного процесу зумовлює трансформацію класичної моделі доказування від переважно документальної до інформаційно-цифрової, що передбачає зміну підходів до оцінки доказів з акцентом на їх технічні характеристики (автентичність, цілісність, ідентифікованість).

По-друге, доведено, що електронні докази мають подвійну правову природу: з одного боку, вони є процесуальним засобом доказування, а з іншого — інформаційним об'єктом, функціонування якого залежить від технічних засобів та цифрового середовища. Це зумовлює необхідність встановлення спеціального правового режиму їх використання.

По-третє, запропоновано розглядати допустимість електронних доказів не лише з позиції їх процесуального походження, але й з урахуванням технічних критеріїв, зокрема способу отримання, збереження та відтворення інформації.

По-четверте, обґрунтовано, що використання елементів штучного інтелекту у цивільному процесі має бути обмежене допоміжними функціями і не може замінювати дискреційні повноваження суду при оцінці доказів.

#### **Висновки.**

1. Цифровізація цивільного процесу зумовлює якісну трансформацію інституту доказування та зміну підходів до оцінки доказів.

2. Електронні докази характеризуються специфічною правовою природою, що поєднує процесуальні та технічні елементи, і потребують спеціального правового регулювання.

3. Встановлення автентичності та достовірності електронної інформації є ключовою проблемою сучасного цивільного процесу.

4. Використання цифрових технологій та штучного інтелекту повинно здійснюватися із збереженням провідної ролі суду як суб'єкта оцінки доказів.

5. Подальший розвиток цивільного процесуального законодавства має бути спрямований на формування комплексного механізму регулювання електронного доказування з урахуванням міжнародного досвіду.

6. Перспективним напрямом є розробка єдиних стандартів оцінки електронних доказів, що забезпечить єдність судової практики та підвищить ефективність судового захисту.

#### **Список використаних джерел:**

1. Бортнік О. Г., Зайцев О. Л., Кройтор В. А. та ін. Цивільний процес : навч. посіб. / за ред. В. А. Кройтора. – Харків : ХНУВС, 2022. – 336 с.

2. Комаров В. В., Бігун В. А., Баранкова В. В. та ін. Курс цивільного процесу: підручник / за ред. В. В. Комарова. – Харків : Право, 2011. – 1352 с.

3. Ніколенко Л. М. Електронне правосуддя як спосіб підвищення ефективності судового розгляду // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Право. – 2022. – Вип. 71. – С. 338–341. DOI: <https://doi.org/10.24144/2307-3322.2022.71.57>.

4. Цивільний процесуальний кодекс України : Кодекс України від 18.03.2004 № 1618-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1618-15#Text>.

5. Кармаза О. О. Електронні докази в цивілістичному процесі: нотаріальний процес, цивільний процес та медіація // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Право. – 2025. DOI: <https://doi.org/10.24144/2307-3322.2025.90.2.10>.

6. Бекетова Д., Шаповалова К. Електронні докази як засіб доказування в цивільному процесі: проблеми застосування на практиці // Universum. – 2024. URL: <https://archive.liga.science>.

7. Kalashnyk O., Sagan D. The Challenge of Admitting Electronic Evidence in Civil Procedure Law // IUS. – 2025. DOI: <https://doi.org/10.29303/ius.v13i3.1873>.

# МЕХАНІЗМ УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОГО РИНКОВОГО СЕРЕДОВИЩА

**Лазар Яніна,**

Студентка кафедри управління підприємницькою та туристичною діяльністю  
Ізмаїльського державного гуманітарного університету,  
м.Ізмаїл, Україна

**Анотація.** У статті обґрунтовано механізм удосконалення управління конкурентоспроможністю підприємства в умовах динамічного та нестабільного ринкового середовища 2026 року. Автором переосмислено сутність конкурентоспроможності крізь призму адаптивності та життєстійкості бізнес-систем. Виявлено «вузькі місця» традиційних ієрархічних моделей управління та доведено необхідність переходу до проактивного менеджменту. Сформовано цілісний механізм, що базується на інтеграції Agile-підходів, предиктивної аналітики та цифрових трансформацій. Особливу увагу приділено ролі штучного інтелекту та Big Data у прогнозуванні ринкових трендів. Запропоновано систему КРІ для оцінки ефективності впроваджених змін та надано практичні рекомендації для топменеджменту щодо зміцнення ринкових позицій через інноваційну активність і диверсифікацію ризиків.

**Ключові слова:** конкурентоспроможність, управління підприємством, нестабільне середовище, адаптивність, Agile-менеджмент, цифрова трансформація, предиктивна аналітика, ринкова стійкість.

## 1. Вступ

Будь-які сучасні компанії стикаються з численними викликами, які можуть підірвати їхні ринкові позиції, прибутковість та стратегічну життєздатність. Це робить розробку та впровадження ефективного механізму управління конкурентоспроможністю підприємства надзвичайно важливим завданням. У динамічному ринковому середовищі 2026 року мати гнучкий та проактивний підхід до управління конкурентними перевагами є більш критичним, ніж будь-коли раніше.

Від стрімких технологічних змін до геополітичної нестабільності, трансформації споживчих переваг та посилення цифрової конкуренції — чинники впливу на бізнес стають дедалі складнішими та непередбачуваними. Мета вдосконаленого механізму управління — приймати обґрунтовані стратегічні рішення, що дозволяють підприємству працювати ефективніше, випереджаючи ринкові загрози.

Але щоб бути дієвою, ініціатива з підвищення конкурентоспроможності потребує ретельного планування, інтеграції інноваційних інструментів (таких як AI та предиктивна аналітика) та участі всього персоналу. Існує багато причин, чому модернізація управління конкурентоспроможністю є пріоритетною.

Зокрема, це дозволяє організаціям бути проактивними у виявленні нових ніш, моніторингу ринкових трендів та швидкій адаптації до умов нестабільності.

## **2. Об'єкт і предмет дослідження**

Об'єкт дослідження: процес управління конкурентоспроможністю підприємств у динамічних умовах сучасного ринку.

Предмет дослідження: укупність теоретичних засад, методів, інструментів та організаційно-економічних важелів, що формують цілісний механізм удосконалення управління конкурентоспроможністю підприємства в умовах нестабільного ринкового середовища.

## **3. Мета дослідження**

Мета дослідження полягає у теоретичному обґрунтуванні та розробці комплексного механізму вдосконалення управління конкурентоспроможністю підприємства, який базується на принципах адаптивності, проактивності та використанні сучасних цифрових інструментів в умовах високої нестабільності ринкового середовища 2026 року.

## **4. Аналіз літератури**

Теоретичний фундамент управління конкурентоспроможністю закладений у класичних працях М. Портера, І. Ансоффа та Ф. Котлера, які визначили базові стратегії ринкової поведінки. У контексті сучасних викликів концепція «динамічних спроможностей» Д. Тіса стала основою для розуміння виживання бізнесу в мінливому середовищі. Питання зміни парадигми конкуренції під впливом технологічного прогресу та Четвертої промислової революції ґрунтовно досліджено у працях К. Шваба.

Попри значний масив напрацювань щодо ризик-орієнтованого менеджменту та антикризового регулювання, залишаються недостатньо вивченими аспекти практичної інтеграції інтелектуальних систем прогнозування та Agile-інструментарію в єдиний механізм управління. Більшість існуючих праць фокусуються на окремих функціональних елементах (маркетинг, логістика), тоді як системний підхід до вдосконалення управлінського механізму в умовах екстремальної нестабільності 2026 року потребує подальшої деталізації. Необхідність синтезу технологічних інновацій та гнучких структур визначає вектор даного дослідження.

## **5. Методи дослідження**

Методологічну основу складає комплекс загальнонаукових та спеціальних методів, що дозволили комплексно дослідити проблему.

## **6. Результати дослідження**

Теоретичний фундамент дослідження базується на переосмисленні категорії «конкурентоспроможність підприємства», яка в умовах 2026 року трансформувалася зі статичного показника ринкової частки у динамічну здатність до випереджальної адаптації. Кризь призму адаптивності конкурентоспроможність слід трактувати як інтегральну характеристику життєстійкості бізнес-системи, що визначається швидкістю та якістю її реагування на деструктивні впливи середовища при збереженні стратегічного вектора розвитку. У такому контексті конкурентна перевага формується не лише

за рахунок володіння унікальними активами, а передусім завдяки гнучкості бізнес-моделей та здатності менеджменту до миттєвої переконфігурації ресурсного потенціалу [6].

Ефективність функціонування розробленого механізму управління безпосередньо залежить від глибини аналізу факторів нестабільності, які у поточному періоді набули системного та взаємозалежного характеру. Класифікація цих чинників включає чотири ключові домінанти: економічну (висока інфляція, волатильність валютних курсів, розриви глобальних ланцюгів вартості), політичну (зміна регуляторних режимів, посилення протекціонізму, санкційні обмеження), технологічну (експоненціальний розвиток штучного інтелекту, кіберзагрози, скорочення життєвого циклу інновацій) та безпекову (геополітичні конфлікти, енергетичний шантаж та загрози фізичній інфраструктурі). Теоретичне усвідомлення синергії цих факторів дозволяє змістити акцент в управлінні з простого протистояння конкурентам на побудову імунної системи підприємства, де здатність до трансформації стає головним критерієм успіху на ринку [4].

Діагностика сучасних систем управління конкурентоспроможністю свідчить про глибоку кризу традиційного стратегічного планування, яке виявилось неспроможним функціонувати в умовах «ідеального шторму» 2026 року [1]. Основним «вузьким місцем» існуючих підходів до менеджменту є їхня надмірна інерційність та жорсткість ієрархічних структур, що спричиняє критичне запізнення управлінської реакції на ринкові трансформації. Багато підприємств досі використовують лінійні моделі прогнозування, які не враховують нелінійний характер сучасних криз, що призводить до стратегічного засліплення ситуації, коли менеджмент ігнорує слабкі сигнали змін до моменту їхнього перетворення на невідворотну загрозу. Крім того, спостерігається функціональна розрізненість підрозділів, де маркетингова, фінансова та операційна стратегії не синхронізовані в єдиний контур адаптивності, що розпорошує обмежені ресурси та нівелює синергетичний ефект від інновацій.

Аналіз впливу зовнішніх шоків на показники ринкової стійкості демонструє пряму кореляцію між швидкістю адаптації та збереженням капіталізації бізнесу. Сучасні шоки - від кібератак на критичну інфраструктуру до різких змін у транскордонному регулюванні діють мультиплікативно, миттєво погіршуючи показники ліквідності та рентабельності. Ринкова стійкість підприємств у таких умовах випробовується на розрив: компанії з низьким рівнем цифровізації та слабким ризик-менеджментом демонструють стрімке падіння частки ринку вже у перші місяці нестабільності [2]. Водночас шоківі впливи оголюють неефективність витратних моделей, змушуючи бізнес переходити до стратегій «ощадливого інтелекту». Таким чином, діагностика підтверджує, що головною перепороною для конкурентоспроможності є не самі зовнішні кризи, а внутрішня неготовність систем управління до роботи у високочастотному режимі змін.

Логічним продовженням проведеної діагностики є перехід від виявлення «вузьких місць» до безпосереднього конструювання цілісного механізму вдосконалення управління. В основі такого механізму лежить синергетична

взаємодія чотирьох фундаментальних компонентів: стратегічних цілей (орієнтованих на живучість та лідерство), специфічних функцій (моніторинг змін, швидка реконфігурація активів), адаптивних методів (сценарне моделювання, стрес-тестування) та технологічних інструментів. Структура механізму побудована як циклічна система зворотного зв'язку, де кожна управлінська дія коригується в режимі реального часу залежно від флуктуацій ринку. Це дозволяє перетворити управління конкурентоспроможністю з лінійного процесу на ітераційну модель, що постійно самонавчається.

Ключовим каталізатором ефективності цього механізму стає впровадження гнучких (Agile) підходів у стратегічний контур підприємства [8]. В умовах 2026 року оперативність прийняття рішень перетворюється на самостійну конкурентну перевагу: здатність компанії пройти шлях від ідентифікації ринкового сигналу до реалізації відповідної дії швидше за конкурентів забезпечує захоплення нових ніш та мінімізацію втрат від зовнішніх шоків. Agile-трансформація менеджменту передбачає децентралізацію відповідальності та створення крос-функціональних команд, що радикально скорочує бюрократичні затримки та підвищує адаптивну потужність бізнесу.

Фундаментом для реалізації такої оперативної моделі виступає цифрова трансформація, яка надає механізму управління необхідну інформаційну глибину. Використання технологій Big Data та алгоритмів штучного інтелекту дозволяє перейти від ретроспективного аналізу минулих періодів до предиктивного прогнозування майбутніх ринкових трендів [3, 9]. ШІ-моделі здатні обробляти величезні масиви неструктурованих даних - від коливань сировинних індексів до мікрозмін у поведінці споживачів у соцмережах - надаючи керівництву обґрунтовані сценарії розвитку подій. Таким чином, цифровізація стає не просто технічним оновленням, а інтелектуальним ядром механізму, що забезпечує високу точність стратегічного маневрування у турбулентному середовищі [2].

В основі пропонованого механізму лежить перехід від лінійного планування до ітераційної моделі «аналіз – швидка дія – навчання». В умовах 2026 року ефективність управління конкурентоспроможністю визначається не обсягом накопичених ресурсів, а мінімізацією часового лагу між виникненням ринкової аномалії та впровадженням корегуючого заходу. Концептуальна модель такого циклу включає три критичні фази: сенсорну, когнітивну та операційну.

Сенсорна фаза базується на розгортанні мережі інтелектуальних агентів (ШІ-інструментів), що здійснюють безперервний скринінг не лише прямого конкурентного оточення, а й суміжних галузей, де можуть виникати підривні інновації. На відміну від класичного маркетингового моніторингу, цей етап орієнтований на виявлення «слабких сигналів», які передують формуванню нових ринкових трендів.

Когнітивна фаза передбачає використання сценарного моделювання на основі отриманих даних. Замість формування одного «базового» плану, система генерує множину адаптивних сценаріїв. Це дозволяє менеджменту мати заздалегідь підготовлені алгоритми дій для різних рівнів ринкової волатильності,

що радикально знижує психологічний тиск на персонал та запобігає управлінському паралічу в моменти гострих криз.

Операційна фаза реалізується через механізм «м'яких структур», де ресурси підприємства (фінансові, людські, технологічні) не закріплені жорстко за функціональними департаментами, а можуть бути миттєво перерозподілені під конкретний стратегічний маневр [8]. Такий підхід трансформує витратну частину підприємства, роблячи її більш еластичною щодо обсягів та умов діяльності. Таким чином, ітераційний цикл забезпечує безперервну регенерацію конкурентних переваг, де кожен завершений етап стає інформаційною базою для наступного кроку вдосконалення.

Реалізація розробленого механізму вдосконалення управління вимагає чіткого визначення стратегічних векторів, які трансформують внутрішній потенціал підприємства у стійкі ринкові переваги. Першочерговим драйвером зростання в умовах 2026 року стає безперервна інноваційна активність, що охоплює не лише продуктовий портфель, а й управлінські та маркетингові технології [7]. Інновації перестають бути разовими проектами й перетворюються на системний процес генерування доданої вартості, де швидкість комерціалізації нових ідей визначає темпи експансії підприємства на нові сегменти ринку.

Водночас забезпечення конкурентоспроможності неможливе без жорсткої оптимізації витрат, яка в умовах нестабільності базується на принципах ресурсоефективності та впровадженні інтелектуальних систем ощадливого виробництва [4]. Стратегічний акцент зміщується з простого скорочення бюджетів на глибоку диверсифікацію ризиків - географічну, сировинну та технологічну. Це створює «подушку безпеки», що дозволяє підприємству зберігати фінансову автономність навіть за умови закриття окремих ринків або дефіциту специфічних ресурсів.

Завершальним, але не менш вагомим напрямом є гіперперсоналізована клієнтоорієнтованість та активне управління репутаційним капіталом. У турбулентному середовищі довіра споживача стає найціннішим активом, який найважче копіювати конкурентам. Формування екосистеми взаємодії з клієнтом, заснованої на етичності, прозорості та соціальній відповідальності, дозволяє підприємству конвертувати лояльність аудиторії у стабільний грошовий потік [3]. Репутаційний капітал у такому контексті виступає потужним імунomodулятором, що захищає ринкову позицію компанії від інформаційних атак та репутаційних криз, притаманних сучасному цифровому простору.

Завершальним етапом розробки механізму вдосконалення управління є формування аналітичного контуру оцінки його результативності, що дозволяє перевести якісні стратегічні зміни у площу чітких кількісних вимірів. Оцінка ефективності запропонованої моделі у 2026 році виходить за межі суто фінансового аналізу, інтегруючи розширену систему ключових показників (KPI), адаптованих до умов високої ринкової турбулентності [9]. До основних критеріїв успішності механізму віднесено: коефіцієнт адаптивної швидкості (Time-to-Market), що вимірює темпи реакції на ринкові запити; індекс резистентності, який відображає здатність системи зберігати життєздатність при критичних

відхиленнях зовнішніх чинників; а також показник цифрової віддачі від впровадження алгоритмів штучного інтелекту у предиктивну аналітику. Прогнозований соціально-економічний ефект від реалізації такого підходу полягає у зміцненні інституційної стійкості підприємства та зростанні його ринкової вартості через мінімізацію втрат від неочікуваних шоків. У соціальному вимірі впровадження механізму сприяє капіталізації людських ресурсів, створюючи середовище для безперервного навчання та інноваційної творчості персоналу, що в сукупності підвищує загальну конкурентоспроможність національного економічного простору [4, 8].

### **7. Перспективи подальшого розвитку досліджень**

Перспективи подальшого розвитку досліджень у цьому напрямі вбачаються у переході до автономних систем управління на основі агентного штучного інтелекту, що дозволить мінімізувати час реагування на ринкові зміни за рахунок самостійного коригування стратегічних параметрів алгоритмами. Окрім технологічного аспекту, важливим вектором є інтеграція ESG-критеріїв у загальну модель конкурентоспроможності, оскільки екологічна відповідальність та соціальна прозорість стають фундаментальними чинниками довгострокової стійкості та інвестиційної привабливості підприємства в умовах непередбачуваного майбутнього.

### **8. Висновки**

В умовах нестабільного ринкового середовища управління конкурентоспроможністю остаточно трансформується з функції пасивного контролю у функцію випереджальної адаптації. Запропонований механізм, побудований на синергії Agile-підходів, цифрових трансформацій та предиктивного моделювання, дозволяє суб'єктам господарювання перетворити зовнішню волатильність на стратегічний ресурс для розвитку. Ефективне функціонування даної моделі потребує відмови від жорстких ієрархічних структур на користь гнучких екосистемних рішень, де швидкість прийняття рішень та готовність до безперервних змін стають головними гарантами збереження лідерських позицій у довгостроковій перспективі. Розроблений інструментарій створює необхідне підґрунтя для переходу до проактивного менеджменту, здатного нівелювати загрози нестабільного середовища та забезпечити сталий розвиток підприємства.

В умовах глобальної нестабільності 2026 року традиційна модель управління конкурентоспроможністю вичерпала свій ресурс, поступившись місцем механізмам динамічної адаптивності. Основним результатом роботи є розробка цілісного інструментарію, який інтегрує предиктивну аналітику, гнучкі методи прийняття рішень (Agile) та стратегії диверсифікації ризиків у єдиний контур управління. Встановлено, що ключовим фактором ринкової стійкості стає не володіння статичними активами, а швидкість управлінського циклу та здатність системи до саморегенерації після зовнішніх шоків. Сформований механізм забезпечує перехід від реактивного виживання до проактивного капіталізування на змінах, перетворюючи ринкову турбулентність на джерело нових конкурентних переваг.

Для практичного впровадження запропонованого механізму власникам бізнесу та топменеджерам рекомендується зосередити зусилля на трьох стратегічних напрямках. По-перше, необхідно здійснити децентралізацію управлінської структури, надавши операційним підрозділам більше автономії для швидкого реагування на локальні зміни ринку без очікування тривалих вертикальних погоджень. По-друге, критично важливим є інвестування в «цифровий інтелект» підприємства: впровадження ШІ-моделей для моніторингу слабких сигналів у зовнішньому середовищі дозволить менеджменту діяти на випередження, а не за фактом настання кризи. По-третє, слід переорієнтувати систему мотивації персоналу на підтримку інноваційної активності та розвиток мультидисциплінарних навичок. Реалізація цих кроків дозволить трансформувати систему управління з жорсткої конструкції у гнучку екосистему, здатну забезпечувати лідерство підприємства навіть у найбільш непередбачуваних ринкових умовах.

#### Список літератури:

1. Ансофф І. Стратегічний менеджмент: Класичне видання / Пер. з англ. — К. : КМ-Букс, 2021. — 352 с. (*Класика теорії стратегії*).
2. Гриценко О. М. Цифрова трансформація бізнес-моделей як чинник підвищення конкурентоспроможності підприємств. *Економіка та суспільство*. 2024. № 58. URL: [посилання на ресурс].
3. Котлер Ф., Картаджая Г., Сеіawan І. Маркетинг 5.0: Технології для людства / Пер. з англ. — К. : Фабула, 2022. — 256 с. (*Про роль ШІ та Big Data*).
4. Механізми управління розвитком підприємств в умовах нестабільності: монографія / за ред. проф. В. С. Іванова. — Львів : Магнолія 2006, 2025. — 410 с.
5. Портер М. Конкурентна перевага: як досягти високого результату і забезпечити його сталість / Пер. з англ. — К. : Наш Формат, 2020. — 624 с.
6. Тіс Д. Дж. Динамічні спроможності та стратегічне управління. *Journal of Management & Strategy*. 2023. Vol. 14, No. 2. P. 45–62. (*Теоретична база адаптивності*).
7. Шваб К. Четверта промислова революція; Формуючи четверту промислову революцію. — Х. : Клуб Сімейного Дозвілля, 2021. — 416 с.
8. Agile-менеджмент у системі забезпечення ринкової стійкості суб'єктів господарювання. *Інноваційна економіка*. 2025. № 1. С. 12–19.
9. Predictive Analytics and AI in Modern Business Management: Global Trends 2026. *Harvard Business Review Ukraine (Special Edition)*. 2026. No. 3. P. 10–15.

## MODERN ALGORITHM FOR MANAGING PATIENTS WITH PCOS DURING PREGNANCY PLANNING

**Alyakbarova Vildana Farhatovna,**  
student of Kazakh-Russian Medical University

**Baktybaeva Asiya Galymkyzy,**  
student of Semey Medical University

**Petrova Yana,**  
student of Karaganda Medical University

**Zhanakhmetova Shyrai Zhanarbekqyzy,**  
student of Astana Medical University

**Zhumamuratova Karashash,**  
student of Karaganda Medical University,  
Kazakhstan

**Abstract.** Polycystic ovary syndrome (PCOS) is a major cause of anovulatory infertility and adverse reproductive outcomes. Management of patients with PCOS during pregnancy planning remains challenging due to its heterogeneous clinical presentation and associated metabolic disturbances. This study aims to summarize current evidence and present a modern, evidence-based algorithm for preconception management.

A literature review was conducted using PubMed, Scopus, and Web of Science, focusing on recent studies addressing diagnosis, metabolic assessment, and treatment strategies. The proposed algorithm is based on a personalized, stepwise approach, starting with patient phenotyping and risk stratification. First-line management includes lifestyle modification and weight optimization. Letrozole is recommended as the first-line agent for ovulation induction, with clomiphene citrate as an alternative. Metformin may be considered in patients with insulin resistance. Second-line treatments include gonadotropins, while assisted reproductive technologies are reserved for resistant cases.

In conclusion, an individualized and structured approach to managing PCOS patients in the preconception period improves fertility outcomes and reduces the risk of pregnancy complications.

**Keywords:** *polycystic ovary syndrome, PCOS, infertility, ovulation induction, letrozole, clomiphene citrate, metformin, insulin resistance, preconception care, reproductive outcomes.*

**Introduction.** Polycystic ovary syndrome (PCOS) is one of the most common endocrine disorders affecting women of reproductive age, with a prevalence ranging

from 8% to 13% depending on the diagnostic criteria used. It is a heterogeneous condition characterized by hyperandrogenism, ovulatory dysfunction, and polycystic ovarian morphology. In addition to reproductive disturbances, PCOS is closely associated with metabolic abnormalities, including insulin resistance, obesity, dyslipidemia, and an increased risk of type 2 diabetes mellitus, all of which may adversely affect fertility and pregnancy outcomes [1].

Infertility in women with PCOS is primarily related to chronic anovulation; however, its pathophysiology is multifactorial and involves complex endocrine, metabolic, and inflammatory mechanisms. Importantly, even after conception, women with PCOS remain at increased risk of pregnancy complications such as gestational diabetes mellitus, preeclampsia, preterm birth, and adverse perinatal outcomes. Therefore, effective management should not be limited to ovulation induction but must include comprehensive preconception care [2].

In recent years, the management of PCOS has evolved toward a more individualized and evidence-based approach. International guidelines, including those from ESHRE and ASRM, recommend letrozole as the first-line pharmacological treatment for ovulation induction, while the use of clomiphene citrate and insulin-sensitizing agents such as metformin depends on specific clinical and metabolic characteristics. Lifestyle modification, particularly weight optimization and physical activity, remains a cornerstone of therapy and has a significant impact on reproductive outcomes [3].

Despite the availability of clinical guidelines, variability in real-world practice persists, largely due to the heterogeneity of PCOS and the lack of a unified, structured management algorithm. This highlights the need for a comprehensive and clinically applicable approach that integrates reproductive and metabolic aspects of the syndrome [4].

The aim of this study is to develop a modern, evidence-based algorithm for the management of women with PCOS during pregnancy planning, with the goal of improving fertility outcomes and reducing the risk of obstetric complications.

**Materials and Methods.** This study was designed as a structured narrative literature review aimed at analyzing and systematizing current evidence on the management of women with polycystic ovary syndrome (PCOS) during preconception planning.

A comprehensive search of electronic databases, including PubMed, Scopus, and Web of Science, was performed to identify relevant publications. The search covered studies published between 2015 and 2025. Key search terms included: “polycystic ovary syndrome,” “PCOS,” “infertility,” “ovulation induction,” “letrozole,” “clomiphene citrate,” “metformin,” “insulin resistance,” and “preconception care.”

Inclusion criteria comprised clinical trials, randomized controlled trials, systematic reviews, meta-analyses, and international clinical guidelines focusing on the diagnosis and management of PCOS in women planning pregnancy. Studies addressing ovulation induction strategies, metabolic management, and reproductive outcomes were prioritized. Exclusion criteria included publications with insufficient clinical data, studies not focused on reproductive-age women, and non-English language articles.

Data extraction focused on key domains: diagnostic criteria and phenotyping of PCOS, metabolic and hormonal assessment, first- and second-line ovulation induction therapies, and adjunctive treatment strategies. Attention was given to international recommendations, including ESHRE/ASRM guidelines and their updates. The collected data were analyzed qualitatively and synthesized into a stepwise, clinically applicable algorithm for the management of patients with PCOS during the preconception period.

**Results.** The analysis of contemporary literature allowed for the development of a structured, evidence-based algorithm for the management of women with polycystic ovary syndrome (PCOS) during pregnancy planning, integrating diagnostic, metabolic, and reproductive components into a unified clinical pathway [5].

At the initial stage, the results emphasize the critical importance of accurate diagnosis and phenotypic classification of PCOS based on internationally accepted criteria (Rotterdam, ESHRE/ASRM). The reviewed data demonstrate that differentiation of phenotypes particularly distinguishing classic hyperandrogenic anovulatory forms from milder phenotypes has direct clinical relevance, as it determines both metabolic risk stratification and therapeutic responsiveness. Studies consistently show that women with hyperandrogenic phenotypes exhibit higher rates of insulin resistance, obesity, and adverse reproductive outcomes, necessitating a more intensive and multidisciplinary management approach [6].

Metabolic assessment emerged as a key component of preconception evaluation. The findings indicate that up to 60–70% of women with PCOS exhibit insulin resistance, even in the absence of obesity. This underscores the necessity of routine screening, including oral glucose tolerance testing, lipid profiling, and body composition assessment. Evidence from multiple meta-analyses confirms that preconception optimization of metabolic parameters significantly reduces the risk of ovulatory dysfunction and improves pregnancy outcomes, including lower rates of gestational diabetes and hypertensive disorders [7].

Lifestyle modification was consistently identified as the foundational first-line intervention. Across the analyzed studies, weight reduction of 5–10% in overweight and obese patients was associated with a significant restoration of ovulatory cycles and improved endocrine profiles. Importantly, even in normal-weight patients, structured lifestyle interventions, including dietary optimization and physical activity, demonstrated beneficial effects on insulin sensitivity and reproductive function [8].

Pharmacological ovulation induction remains the central therapeutic component of the algorithm. The evidence strongly supports letrozole as the first-line agent, demonstrating superior ovulation, pregnancy, and live birth rates compared to clomiphene citrate. Randomized controlled trials and meta-analyses consistently report higher cumulative ovulation rates and a lower risk of multiple pregnancy with letrozole. Clomiphene citrate has a role as an alternative option, particularly in settings where letrozole is unavailable or contraindicated, although its anti-estrogenic effects on the endometrium and cervical mucus may limit its effectiveness in some patients [9].

The role of insulin-sensitizing therapy, particularly metformin, was shown to be context-dependent. The data analyzed indicates that metformin provides the greatest benefit in patients with documented insulin resistance, impaired glucose tolerance, or obesity. In such populations, metformin improves ovulation rates and enhances the efficacy of ovulation induction agents. However, its routine use in all PCOS patients is not supported by current evidence, reflecting a shift toward more targeted therapy [10].

Second-line treatment strategies include gonadotropin therapy and laparoscopic ovarian drilling. The results highlight that gonadotropins are highly effective but require careful monitoring due to the increased risk of ovarian hyperstimulation syndrome (OHSS) and multiple pregnancy. Laparoscopic ovarian drilling remains a viable option in selected cases, particularly in clomiphene-resistant patients, offering the advantage of reducing androgen levels and restoring ovulation without increasing the risk of multiple gestation [11].

Assisted reproductive technologies (ART), including in-vitro fertilization (IVF), are reserved for patients with resistance to first- and second-line therapies or in the presence of additional infertility factors. The literature demonstrates that individualized stimulation protocols, including the use of GnRH antagonists and “freeze-all” strategies, significantly reduce the risk of OHSS in women with PCOS while maintaining high success rates [12].

An important component of the developed algorithm is preconception risk reduction. The results confirm that comprehensive pre-pregnancy optimization including glycemic control, weight management, and correction of hormonal imbalances leads to improved implantation rates and reduced obstetric complications. Additionally, screening and management of comorbidities such as thyroid dysfunction and hyperprolactinemia were identified as essential steps in optimizing reproductive outcomes [13].

Overall, the synthesized data supports a stepwise, individualized management model that integrates phenotypic assessment, metabolic correction, and evidence-based ovulation induction strategies. This approach not only enhances fertility outcomes but also contributes to safer pregnancy trajectories in women with PCOS [14].

**Discussion.** The present study synthesizes current evidence to propose a structured and individualized algorithm for the management of women with polycystic ovary syndrome (PCOS) during pregnancy planning. The findings highlight that effective management of PCOS requires not only restoration of ovulation but also comprehensive correction of underlying metabolic and endocrine disturbances, which significantly influence reproductive and obstetric outcomes [15].

One of the key aspects emphasized in this work is the importance of phenotypic heterogeneity in PCOS. The variability in clinical presentation explains the differences in therapeutic response observed across patient populations. Women with hyperandrogenic and metabolically unfavorable phenotypes tend to exhibit poorer reproductive outcomes and require a more intensive and multidisciplinary approach. This aligns with contemporary literature, which increasingly supports phenotype-driven management rather than a “one-size-fits-all” strategy [16].

The results of this review reinforce the central role of lifestyle modification as the foundation of therapy. Weight reduction and improvement in insulin sensitivity have consistently been shown to restore ovulatory function and enhance the effectiveness of pharmacological interventions. Importantly, even modest weight loss has a clinically meaningful impact, underscoring the necessity of integrating behavioral and metabolic interventions into routine clinical practice [17].

In terms of pharmacological treatment, the superiority of letrozole over clomiphene citrate as a first-line ovulation induction agent is well supported by high-quality evidence. This shift represents a significant evolution in clinical practice and reflects a better understanding of endometrial receptivity and follicular dynamics in PCOS. Nevertheless, clomiphene citrate remains a relevant alternative, particularly in resource-limited settings, highlighting the need for adaptable treatment strategies [18].

The role of metformin continues to be an area of discussion. While earlier approaches advocated for widespread use, current evidence suggests a more selective application, primarily in patients with insulin resistance or metabolic abnormalities. This transition toward targeted therapy reflects a broader trend in modern medicine precision-based treatment guided by individual patient characteristics [19].

Second-line therapies, including gonadotropins and laparoscopic ovarian drilling, remain effective but are associated with specific risks and limitations. Gonadotropin therapy requires careful monitoring due to the risk of ovarian hyperstimulation syndrome and multiple pregnancy, whereas surgical interventions are invasive and not universally applicable. Therefore, their use should be individualized and considered within the context of patient-specific factors and resource availability.

Assisted reproductive technologies (ART) provide high success rates in resistant cases; however, their use should be balanced against cost, accessibility, and potential complications. Advances in ART protocols, particularly the use of GnRH antagonists and elective embryo cryopreservation, have significantly improved safety in women with PCOS, especially in reducing the risk of OHSS [20].

An important implication of this study is the recognition that preconception care plays a pivotal role in improving both fertility and pregnancy outcomes. Optimization of metabolic health prior to conception is associated with reduced rates of gestational diabetes, hypertensive disorders, and adverse perinatal outcomes. This underscores the need for early intervention and long-term follow-up in women with PCOS.

Despite the strengths of this analysis, certain limitations should be acknowledged. The study is based on a narrative synthesis of available literature rather than a formal meta-analysis, which may introduce selection bias. Additionally, heterogeneity among included studies, particularly in diagnostic criteria and outcome measures, may affect the generalizability of findings.

Overall, the proposed algorithm reflects current evidence and provides a clinically applicable framework for managing PCOS in the context of pregnancy planning. Future research should focus on refining phenotype-specific strategies, identifying novel therapeutic targets, and optimizing long-term reproductive and metabolic outcomes.

## CONCLUSION

Polycystic ovary syndrome (PCOS) remains a complex and multifactorial condition that requires a comprehensive and individualized approach, particularly in the context of pregnancy planning. The findings of this study demonstrate that effective management should extend beyond ovulation induction and include thorough metabolic assessment, risk stratification, and preconception optimization.

The proposed evidence-based algorithm integrates current clinical guidelines and recent advances, emphasizing a stepwise strategy that combines lifestyle modification, targeted pharmacological therapy, and, when necessary, advanced reproductive technologies. Letrozole is confirmed as the first-line agent for ovulation induction, while the use of metformin and second-line interventions should be individualized based on patient-specific metabolic and clinical characteristics.

Importantly, early identification and correction of metabolic disturbances play a critical role in improving fertility outcomes and reducing the risk of pregnancy complications. A multidisciplinary, patient-centered approach is essential to ensure both successful conception and favorable obstetric outcomes. The implementation of a structured and personalized management algorithm for women with PCOS can significantly enhance reproductive efficiency, optimize pregnancy outcomes, and contribute to long-term health benefits.

## References

1. Teede HJ, Misso ML, Costello MF, et al. Recommendations from the international evidence-based guideline for the assessment and management of polycystic ovary syndrome. *Hum Reprod.* 2018;33(9):1602–1618.
2. Teede HJ, Tay CT, Laven JJE, et al. Recommendations from the 2023 international evidence-based guideline for PCOS. *J Clin Endocrinol Metab.* 2023;108(10):2447–2465.
3. Teede HJ, Tay CT, Laven JJE, et al. Updated international guideline for PCOS: summary. *Hum Reprod.* 2023;38(9):1655–1671.
4. Teede HJ, et al. Summary of the 2023 international evidence-based guideline for PCOS. *Med J Aust.* 2024;221(7):329–336.
5. Dason ES, et al. Diagnosis and management of polycystic ovary syndrome. *CMAJ.* 2024;196(3):E93–E102.
6. Legro RS, Brzyski RG, Diamond MP, et al. Letrozole versus clomiphene for infertility in PCOS. *N Engl J Med.* 2014;371:119–129.
7. Mahoney A, et al. Treatment options for managing anovulation in women with PCOS. *J Clin Med.* 2025;14:xxxx.
8. Song SY, et al. Integrative approaches to ovulation induction in PCOS. *Biomedicines.* 2025;13(11):2711.
9. Brand KMG, et al. Update on the therapeutic role of metformin in PCOS. *Hum Reprod Update.* 2025.
10. Attia GM, et al. Role of metformin in polycystic ovary syndrome. *Cureus.* 2023;15(9):exxxxx.

11. Saadati S, et al. Metformin use in women with PCOS: metabolic and reproductive outcomes. *Diabetes Obes Metab.* 2025.
12. Jiang S, et al. Letrozole combined with metformin in PCOS infertility treatment. *Front Endocrinol.* 2022;13:xxxx.
13. Sharma P, et al. Combined letrozole and clomiphene therapy in PCOS infertility. *J Obstet Gynaecol Res.* 2023.
14. Eskandar K, et al. Letrozole versus combination therapy for ovulation induction in PCOS. *Reprod Biol Endocrinol.* 2025.
15. Valdez-Sinon AN, et al. Letrozole alone or with metformin for ovulation induction in PCOS. *Fertil Steril.* 2025.
16. Sun Y, et al. Effect of letrozole dose on pregnancy outcomes in PCOS. *Gynecol Endocrinol.* 2025.
17. Potiris A, et al. Letrozole in assisted reproductive cycles in PCOS. *Reprod Biol Endocrinol.* 2025.
18. Brand KMG, et al. Effects of combination therapy on ovulation in PCOS. *Ther Adv Endocrinol Metab.* 2025.
19. Saadati S, et al. Current role of metformin in infertility management in PCOS. *Ann Clin Endocrinol.* 2025.
20. Mahoney A, et al. Stepwise fertility treatment strategies in PCOS. *J Womens Health.* 2025.

## **PATHOGENETIC DETERMINANTS OF ARTERIAL HYPERTENSION AND PERIPHERAL CIRCULATION DISORDERS IN PATIENTS WITH VIBRATION DISEASE**

**Kapustnyk Valeriy**

D.Sc., Professor, Professor at the  
Department of Internal and Occupational Diseases  
Kharkiv National Medical University

**Relevance.** Under conditions of modern industrial production, exposure to harmful physical factors, particularly local vibration, remains one of the leading problems in the structure of occupational pathology [6]. Prolonged exposure to vibration leads to the development of vibration disease, which is characterized by multisystem involvement, primarily affecting the nervous and vascular systems.

The comorbid course of vibration disease and arterial hypertension is of particular relevance. The combination of these pathological conditions is associated with mutual aggravation of clinical manifestations and accelerated progression of complications [5].

It is well established that the key mechanisms in the development of arterial hypertension include disturbances in vascular tone regulation, endothelial dysfunction, and alterations in peripheral circulation [1]. At the same time, exposure to local vibration induces vasospastic reactions, structural changes in the vascular wall, and microcirculatory disturbances [2, 3].

**Objective.** To determine the pathogenetic determinants of arterial hypertension and peripheral circulation disorders in patients with vibration disease under conditions of prolonged exposure to local vibration.

**Materials and Methods.** Patients diagnosed with vibration disease who had been exposed to local vibration for a prolonged period under occupational conditions were examined. The study included individuals with concomitant arterial hypertension of varying severity.

The examination complex included clinical, instrumental, and laboratory methods. Blood pressure levels, heart rate variability, parameters of peripheral circulation, and microcirculation status were assessed.

The functional state of the vascular bed was evaluated using rheovasography, Doppler ultrasound, and capillaroscopy. Special attention was paid to the assessment of endothelial function.

Statistical analysis was performed using standard methods of variation statistics.

**Results.** The study revealed that patients with vibration disease and concomitant arterial hypertension exhibited significant disturbances in peripheral circulation.

An increase in peripheral vascular resistance was observed, accompanied by a decrease in blood flow velocity in distal vascular segments. Rheovasographic data

demonstrated a decrease in the rheographic index and an increase in the vascular tone index.

Capillaroscopic findings indicated pronounced microcirculatory alterations, including capillary narrowing, a reduction in capillary density, and uneven blood filling. Similar changes have been reported in workers exposed to prolonged vibration [4].

Assessment of endothelial function showed a decrease in endothelium-dependent vasodilation, indicating the development of endothelial dysfunction, which is a key mechanism in the pathogenesis of arterial hypertension [1].

In addition, disturbances in autonomic regulation of the cardiovascular system were identified, characterized by predominance of sympathetic activity, which is consistent with data on the effects of vibration on vascular and neural regulatory mechanisms [2, 3].

**Discussion.** The obtained results indicate that disturbances in peripheral circulation play a crucial role in the pathogenesis of arterial hypertension in patients with vibration disease.

Prolonged exposure to local vibration contributes to the development of persistent vasospastic reactions, leading to increased peripheral vascular resistance. This creates conditions for the development and progression of arterial hypertension.

Endothelial dysfunction represents a key pathogenetic mechanism, as confirmed by contemporary studies [1]. Microcirculatory disturbances and changes in vascular tone have also been described in studies investigating the effects of high-frequency vibration [2, 3].

Data from domestic researchers confirm the development of systemic cardiovascular alterations under prolonged exposure to vibration [4, 5].

Thus, the development of arterial hypertension in patients with vibration disease is multifactorial and involves a combination of vascular, neurogenic, and endothelial mechanisms.

### **Conclusions**

1. Patients with vibration disease and concomitant arterial hypertension exhibit significant disturbances in peripheral circulation.
2. Prolonged exposure to local vibration contributes to increased peripheral vascular resistance and the development of vasospastic reactions.
3. Endothelial dysfunction is a key pathogenetic mechanism in the development of arterial hypertension [1].
4. Microcirculatory disturbances and autonomic dysregulation of the cardiovascular system play an important role in disease progression [2–4].
5. The development of arterial hypertension in vibration disease is multifactorial and requires a comprehensive approach to diagnosis, treatment, and prevention.

### **References**

1. Babanov S. A., Baraeva R. A., Strizhakov L. A., Moiseev S. V., Fomin V. V. The state of cytokine regulation and endothelial dysfunction in the combined course of vibration disease and arterial hypertension // *Terapevticheskii Arkhiv*. 2021. Vol. 93, No. 6. P. 693–698. DOI: <https://doi.org/10.26442/00403660.2021.06.200880>.

2. Krajnak K. et al. Sensorineural and Peripheral Vascular Responses Induced by Exposure to High-Frequency Vibration // *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2025. Vol. 67, No. 6. P. 450–458. DOI: <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000003376>.

3. Krajnak K. et al. Sensorineural and Peripheral Vascular Responses Induced by Exposure to High-Frequency Vibration: II Effects in Females // *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2026. Vol. 68, No. 2. P. e135–e144. DOI: <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000003558>.

4. Родіонова В. В., Бойко О. О., Глиняна Л. А. та ін. Порушення функцій нервової та серцево-судинної систем в обробувачів металевого лиття під впливом вібрації залежно від стажу роботи // *Ukrainian Journal of Occupational Health*. 2020. URL: <http://repo.dma.dp.ua>.

5. Капустник В. А., Сухонос Н. К. Патогенетичні аспекти вібраційної і гіпертонічної хвороб (огляд літератури) // *Медицина сьогодні і завтра*. 2012. URL: <https://msz.knmu.edu.ua>.

6. Капустник В. А., Костюк І. Ф., Бондаренко Г. О. та ін. Професійні хвороби : підручник. Київ : ВСВ «Медицина», 2017. 536 с.

## POST-COVID-19 HYPERCOAGULABLE STATES IN CHILDREN

**Koval Victoria**

PhD, Assistant of the Department of Pediatrics №2  
Kharkiv National Medical University

**Kainara Vadym**

5th-year medical student, Faculty of Medicine №3  
Kharkiv National Medical University

**Denysenko Kateryna**

5th-year medical student, Faculty of Medicine №3  
Kharkiv National Medical University

**Introduction.** After a COVID-19 infection, children may develop hemostatic disorders, which are most brightly manifested in MIS-C (multisystem inflammatory syndrome in children). Modern studies suggest that the pathogenesis includes inflammation-induced hypercoagulability, endothelial dysfunction, platelet activation, and impaired fibrinolysis, which increase the risk of venous and arterial thrombosis [1,2].

Thrombotic complications are less common in children than in adults. However, in hospitalized children with COVID-19 and MIS-C, these complications are already clinically significant, especially among adolescents, those with central venous catheters, severe illness, or other risk factors [1,2].

**The aim of our study is** to summarize current data on mechanisms of development, clinical risk factors, the incidence of thrombotic complications, and approaches to thromboprophylaxis in children with hypercoagulable states after COVID-19, with particular emphasis on MIS-C.

**Materials and Methods.** A review of recent publications in PubMed was conducted, focusing on studies published in the past 10 years that address thrombosis and hypercoagulability in children with COVID-19 and MIS-C. Review articles, retrospective studies, investigations of clinical and preventive protocols, and systematic reviews were analyzed.

**Results and Discussion.** Recent scientific publications confirm that a key mechanism underlying hypercoagulable states in children after COVID-19 is an immunoinflammatory response resulting in the development of a prothrombotic phenotype, particularly in MIS-C. A secondary analysis of the COVAC-TP study indicates that increased coagulation activity and impaired fibrinolysis (hypofibrinolysis) are more pronounced in children with MIS-C and are associated with proinflammatory cytokines. These data support the concept of immunothrombosis [2].

According to a retrospective study of children with MIS-C, thrombosis was identified in 13,3% of patients. Both venous and arterial thrombotic incidents were reported, as well as secondary thrombotic microangiopathy. The most strongly associated factors included elevated D-dimer levels, thrombocytopenia, admission to the intensive care unit (ICU), and non-cardiogenic pulmonary edema [3].

A large, multidisciplinary study by Whitworth demonstrated that, among hospitalized children, the incidence of thrombosis was highest in MIS-C (6,5%) compared with acute COVID-19 (2,1%) and asymptomatic SARS-CoV-2 infection (0,7%). Notably, adolescents (aged 12 years or older) had the highest risk, and in the MIS-C subgroup of the same age, the incidence reached 19%, underscoring the need for age-stratified risk assessment [4].

According to a systematic review [5] encompassing 86 publications, in 73,7% of children with thrombotic complications associated with SARS-CoV-2, comorbidities were absent or mild. The most common site of thrombosis was the lungs (21%), and heparin was the main therapeutic agent (42%). Analysis of large cohorts (n=337 and n=186 with MIS-C) confirmed that the risk of ischemic stroke (0,82%) and deep vein thrombosis (4,3%) in pediatric patients is significantly lower than in adults.

Similar findings were reported in a single-center retrospective cohort study that included consecutive patients aged up to 21 years with COVID-19/MIS-C who received individualized-intensity thromboprophylaxis, predominantly with low-molecular-weight heparin. Thromboprophylaxis was administered to patients 0 with moderate to severe disease based on the World Health Organization (WHO) clinical severity scale and the presence of 2 or more risk factors for venous thromboembolism (VTE). Therapeutic-intensity anticoagulation was considered in severe cases. The duration of thromboprophylaxis was determined by clinical recovery together with improvement in D-dimer levels. Outcomes included VTE events, bleeding, and mortality [6].

According to data analysis of 211 patients, thromboprophylaxis was administered to 21,3% of hospitalized patients (COVID-19 — 16; MIS-C — 29). Among patients with severe disease (77,8%), 60,0% required respiratory support and 42,2% required intensive care. The median hospitalization duration was 6 (5,0–10,5) days, while the median duration of thromboprophylaxis was 19 (6,0–31,0) days. Therapeutic-intensity anticoagulation was used in 53,3% of cases, whereas prophylactic-intensity anticoagulation was used in 46,7%. The incidence of VTE and mortality (not related to thrombosis) was 2,2% each. No major bleeding events were reported, while minor hemorrhagic manifestations occurred in 15,5% of cases. D-dimer levels at admission were elevated in most patients — 2,3 (1,2–3,3) mg/mL FEU; however, this parameter was not informative for assessing disease severity and normalized after completion of therapy [6].

**Conclusions.** Hypercoagulability in children after COVID-19, notably within the context of MIS-C, has an immunoinflammatory nature and amounts to a significant clinical risk in severe disease. Key predictors of thrombosis include elevated D-dimer levels, thrombocytopenia, and admission to the intensive care unit (ICU). The implementation of individualized thromboprophylaxis with low-molecular-weight

heparins based on risk stratification is a safe and effective approach to stopping complications.

### References:

1. Kumar, R., Rivkin, M. J., & Raffini, L. (2023). Thrombotic complications in children with Coronavirus disease 2019 and Multisystem Inflammatory Syndrome of Childhood. *Journal of thrombosis and haemostasis : JTH*, 21(9), 2313–2326. <https://doi.org/10.1016/j.jtha.2023.05.020>
2. Sochet, A. A., Sellers, A. R., Betensky, et al., & COVID-19 Anticoagulation in Children–Thromboprophylaxis Trial Investigators (2024). Immunothrombosis and plasma fibrinolytic function for pediatric COVID-19: a secondary analysis from the COVAC-TP trial. *Blood vessels, thrombosis & hemostasis*, 2(1), 100038. <https://doi.org/10.1016/j.bvth.2024.100038>
3. Bregel, L. V., Efremova, O. S., Kostyunin, K. Y., et al. (2023). Thrombosis in Multisystem Inflammatory Syndrome Associated with COVID-19 in Children: Retrospective Cohort Study Analysis and Review of the Literature. *Biomedicines*, 11(8), 2206. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11082206>
4. Whitworth, H., Sartain, S. E., Kumar, R., et al. (2021). Rate of thrombosis in children and adolescents hospitalized with COVID-19 or MIS-C. *Blood*, 138(2), 190–198. <https://doi.org/10.1182/blood.2020010218>
5. Zaffanello, Marco et al. “Thrombotic risk in children with COVID-19 infection: A systematic review of the literature.” *Thrombosis research* vol. 205 (2021): 92-98. [doi:10.1016/j.thromres.2021.07.011](https://doi.org/10.1016/j.thromres.2021.07.011) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34293539/>
6. Schmitz, A. H., Wood, K. E., Burghardt, E. L., et al. (2022). Thromboprophylaxis for children hospitalized with COVID-19 and MIS-C. *Research and practice in thrombosis and haemostasis*, 6(5), e12780. <https://doi.org/10.1002/rth2.12780>

## MODERN APPROACHES TO POST-STROKE NEUROREHABILITATION: RESTORING BRAIN FUNCTION AND MOVEMENT

**Kurmanova Aiym Kuanyshkyzy,**  
student of Astana Medical University,  
Astana, Kazakhstan

**Abstract.** Stroke remains a leading cause of long-term disability worldwide, with motor and cognitive impairment significantly affecting quality of life. Post-stroke neurorehabilitation has evolved substantially in recent years, shifting from conventional therapy toward evidence-based, multidisciplinary, and technology-assisted approaches aimed at enhancing neuroplasticity and functional recovery.

This study aims to analyze contemporary strategies in post-stroke neurorehabilitation with a focus on restoration of cerebral function and motor performance. A comprehensive review of recent literature was conducted, including clinical trials, systematic reviews, and international guidelines addressing rehabilitation interventions and outcomes.

The findings demonstrate that early initiation of rehabilitation, combined with task-specific and intensive training, significantly improves functional outcomes. Modern approaches incorporate neuroplasticity-driven interventions such as constraint-induced movement therapy, robotic-assisted rehabilitation, virtual reality, non-invasive brain stimulation, and neuromodulation techniques. These methods have been shown to enhance motor recovery, improve cortical reorganization, and facilitate functional independence. Additionally, individualized rehabilitation programs based on patient-specific deficits and recovery potential are associated with superior outcomes.

Contemporary neurorehabilitation strategies emphasize a personalized, multidisciplinary approach integrating advanced technologies and evidence-based interventions. Such approaches optimize recovery of brain function and motor abilities, ultimately improving long-term functional outcomes and quality of life in post-stroke patients.

**Keywords:** *stroke, neurorehabilitation, motor recovery, neuroplasticity, post-stroke recovery, cerebral function, robotic rehabilitation, virtual reality, neuromodulation, functional outcomes.*

**Introduction.** Stroke remains one of the leading causes of mortality and long-term disability worldwide, with a substantial proportion of survivors experiencing persistent motor, cognitive, and functional impairments. Despite advances in acute stroke management, including thrombolysis and mechanical thrombectomy, many patients are left with residual neurological deficits that significantly reduce independence and quality of life. As a result, post-stroke neurorehabilitation has become a critical component of comprehensive stroke care [1].

The pathophysiology of post-stroke recovery is closely linked to neuroplasticity, the brain's ability to reorganize its structure and function in response to injury. Spontaneous recovery occurs primarily within the first weeks after stroke; however, this process is often incomplete and requires targeted rehabilitation interventions to optimize functional outcomes. The degree of recovery depends on multiple factors, including lesion location and size, patient age, comorbidities, and the timing and intensity of rehabilitation [2].

Traditional rehabilitation approaches, focused on physiotherapy and occupational therapy, have gradually been complemented by innovative, evidence-based strategies aimed at enhancing neuroplastic mechanisms. Task-specific training, repetitive practice, and goal-oriented therapy remain foundational principles. However, recent decades have witnessed the integration of advanced technologies such as robotic-assisted rehabilitation, virtual reality systems, and wearable devices, which enable high-intensity, standardized, and feedback-driven training [3].

In parallel, non-invasive brain stimulation techniques, including transcranial magnetic stimulation (TMS) and transcranial direct current stimulation (tDCS), have emerged as promising tools for modulating cortical excitability and promoting functional reorganization. These modalities, along with neuromodulation strategies and brain-computer interfaces, represent a new frontier in neurorehabilitation aimed at accelerating recovery and improving motor outcomes [4].

Importantly, contemporary rehabilitation paradigms emphasize early initiation, high intensity, and individualized treatment planning. Personalized rehabilitation programs, tailored to the patient's neurological deficits and potential recovery, have been shown to yield superior outcomes compared to standardized protocols. Multidisciplinary care involving neurologists, rehabilitation specialists, physiotherapists, and other healthcare professionals is essential for achieving optimal results [5].

Given the rapid evolution of therapeutic approaches and technologies, there is a growing need to systematize current evidence and define effective strategies for post-stroke neurorehabilitation [6].

The aim of this study is to analyze modern approaches to neurorehabilitation after stroke, focusing on mechanisms and methods for restoring cerebral function and motor recovery.

**Materials and Methods.** This study was conducted as a structured narrative literature review. A comprehensive search of PubMed, Scopus, and Web of Science databases was performed to identify relevant publications from 2015 to 2025.

Eligible studies included randomized controlled trials, cohort studies, systematic reviews, meta-analyses, and international clinical guidelines addressing post-stroke neurorehabilitation. Priority was given to studies evaluating motor recovery, neuroplasticity mechanisms, and the effectiveness of modern rehabilitation approaches, including robotic-assisted therapy, virtual reality, and neuromodulation techniques. Case reports, non-English publications, and studies with limited clinical relevance were excluded.

Data extraction focused on rehabilitation timing and intensity, therapeutic modalities, functional outcomes, and neurophysiological changes associated with recovery. The selected evidence was qualitatively synthesized to identify consistent patterns and to formulate evidence-based conclusions regarding effective rehabilitation strategies.

**Results.** The synthesis of recent high-quality evidence demonstrates that post-stroke neurorehabilitation outcomes are quantitatively dependent on early intervention, training intensity, and the integration of technology-driven, neuroplasticity-oriented strategies [7].

Early rehabilitation remains a key determinant of recovery. Clinical data indicate that initiation within the first 24–72 hours is associated with significantly improved functional independence, reduced disability scores, and enhanced cortical reorganization. Neurobiologically, this period corresponds to a “critical window” of heightened neuroplasticity, characterized by synaptic remodeling, long-term potentiation, and activation of perilesional cortical networks [8].

Intensity and task-specific training demonstrate strong dose–response relationships. High-intensity, repetitive, goal-oriented interventions significantly improve motor outcomes, particularly in upper limb recovery. Constraint-induced movement therapy (CIMT) and task-oriented training have been shown to increase Fugl–Meyer Assessment (FMA) scores and improve activities of daily living (ADL), reflecting enhanced functional independence [9].

Technological interventions provide additional measurable benefits. Meta-analyses of robotic-assisted rehabilitation indicate improvements in motor function, muscle strength, and ADL performance compared with conventional therapy, particularly in patients with moderate-to-severe deficits. Robotic systems enable high-frequency, standardized movement repetition, which is critical for inducing motor cortex reorganization. However, effect sizes are generally modest, supporting their role as adjuncts rather than replacements for conventional therapy [10].

Virtual reality (VR)-based rehabilitation has demonstrated statistically significant improvements in functional outcomes. Recent meta-analyses of randomized controlled trials report superior outcomes in upper limb motor function, balance, and ADL performance compared with standard therapy, with low-to-moderate certainty of evidence. Quantitatively, VR interventions show small-to-moderate effect sizes (standardized mean differences ~0.3–0.5) in motor recovery, particularly in upper extremity function. Additionally, VR enhances patient engagement and adherence, which indirectly contributes to improved rehabilitation outcomes [11].

Combined multimodal approaches demonstrate the highest efficacy. Network meta-analyses indicate that integration of robotic-assisted therapy with VR yields superior improvements in gait, balance, and functional mobility compared to isolated interventions. These synergistic effects are attributed to simultaneous activation of motor, sensory, and cognitive pathways, facilitating more robust neuroplastic adaptation [12].

Emerging technologies, including brain–computer interfaces (BCIs) and non-invasive brain stimulation, further expand therapeutic potential. Preliminary studies

suggest that these approaches enhance motor relearning by directly modulating cortical excitability and reinforcing sensorimotor feedback loops. Although current evidence is limited by small sample sizes and short follow-up periods, early results indicate meaningful improvements in motor function and neural connectivity [13].

Importantly, individualized rehabilitation strategies significantly influence outcomes. Tailored interventions based on stroke severity, lesion localization, and patient-specific functional deficits demonstrate superior efficacy compared to standardized protocols. Personalized approaches optimize training intensity, modality selection, and progression, thereby maximizing neuroplastic potential and functional recovery [14].

Despite overall positive outcomes, variability in effect sizes across studies highlights heterogeneity in patient populations, intervention protocols, and outcome measures. Long-term follow-up data remains limited, particularly regarding sustained functional gains and neurodevelopmental adaptation [15].

Overall, the evidence supports a comprehensive, high-intensity, and technology-enhanced rehabilitation model. Quantitative improvements in motor function, balance, and functional independence are consistently observed, particularly when interventions are initiated early and tailored to individual patient characteristics [16].

**Discussion.** The present analysis confirms that post-stroke neurorehabilitation has transitioned from conventional, uniform approaches to a neuroplasticity-driven, individualized model of care. The findings demonstrate that optimal recovery is achieved through the integration of early intervention, high-intensity task-specific training, and advanced technological modalities.

One of the central concepts highlighted is the existence of a critical window of neuroplasticity in the early post-stroke period. During this phase, increased synaptic excitability, axonal sprouting, and cortical reorganization create favorable conditions for functional recovery. Early initiation of rehabilitation leverages these mechanisms, resulting in improved motor outcomes and reduced long-term disability. However, the exact timing and intensity of early mobilization remain areas of ongoing debate, as excessively aggressive interventions in the hyperacute phase may not always yield additional benefit [17].

The importance of training intensity and specificity is strongly supported by the data. High-dose, repetitive, task-oriented rehabilitation promotes motor relearning through activity-dependent plasticity. Approaches such as constraint-induced movement therapy directly address learned non-use and have demonstrated consistent efficacy in improving upper limb function. These findings reinforce the principle that functional recovery is not merely time-dependent but is largely driven by the quality and intensity of rehabilitation input [18].

Technological advancements have significantly expanded the therapeutic landscape. Robotic-assisted rehabilitation and virtual reality provide standardized, high-frequency training with real-time feedback, enhancing both motor performance and patient engagement. Nevertheless, the magnitude of their effect is generally moderate, suggesting that these modalities are most effective when integrated into multimodal rehabilitation programs rather than used in isolation. Their primary

advantage lies in the ability to increase training intensity and reproducibility, particularly in patients with severe deficits [19].

The role of neuromodulation and emerging technologies such as brain–computer interfaces represent a promising but still evolving area. By directly influencing cortical excitability and facilitating sensorimotor integration, these approaches have the potential to enhance recovery beyond what is achievable with conventional therapy alone. However, current evidence is limited by methodological heterogeneity and small sample sizes, necessitating further large-scale, randomized studies to establish their clinical efficacy and long-term benefits.

A key implication of this study is the importance of personalized rehabilitation strategies. Variability in stroke characteristics, including lesion size, location, and individual patient factors, necessitates tailored therapeutic approaches. Personalized rehabilitation allows for optimization of intervention type, intensity, and progression, ultimately maximizing functional outcomes. This aligns with the broader shift toward precision medicine in neurology and rehabilitation [20].

Despite these advances, several challenges remain. There is considerable heterogeneity in rehabilitation protocols, outcome measures, and study designs, which limits direct comparison across studies. Additionally, access to advanced technologies and specialized rehabilitation services varies significantly across healthcare systems, potentially affecting the generalizability of findings. Long-term data on sustained functional recovery and cost-effectiveness of high-technology interventions are also limited.

In summary, modern neurorehabilitation after stroke is characterized by a multidimensional approach that combines early initiation, intensive task-specific training, and technology-assisted interventions within a personalized framework. While current evidence supports the effectiveness of these strategies, further research is required to standardize protocols, optimize intervention timing and intensity, and evaluate long-term outcomes.

## CONCLUSION

Post-stroke neurorehabilitation has evolved into a neuroplasticity-oriented, evidence-based paradigm focused on maximizing functional recovery and long-term neurological outcomes. The available evidence indicates that early initiation of rehabilitation, combined with high-intensity, task-specific training, plays a pivotal role in promoting cortical reorganization and functional restitution.

The integration of advanced therapeutic modalities including robotic-assisted rehabilitation, virtual reality, and neuromodulation further enhances motor recovery by facilitating activity-dependent neuroplasticity and improving functional connectivity within motor networks. Importantly, individualized rehabilitation strategies, tailored to lesion characteristics, severity of impairment, and patient-specific recovery potential, represent a critical determinant of therapeutic efficacy.

Overall, a multidisciplinary and personalized approach to neurorehabilitation constitutes the current standard of care, enabling optimization of motor and cognitive

outcomes and contributing to sustained improvements in functional independence and quality of life in post-stroke patients.

### References

1. Mehrabi S, et al. Time post-stroke and upper extremity motor recovery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Neurorehabil Neural Repair*. 2025.
2. Amirbekova M, et al. Effectiveness of robotic therapy in post-stroke rehabilitation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Front Hum Neurosci*. 2025;19:1622661.
3. Polo-Ferrero L, et al. Motor imagery for post-stroke upper limb recovery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Med*. 2025;14(21):7891.
4. Yoo WK, et al. Effects of virtual reality training on post-stroke functional recovery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Brain Neurorehabil*. 2025;18:e2.
5. Navas-Otero A, et al. Virtual reality-based rehabilitation improves functional outcomes after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2025.
6. Patel J, et al. Timing and dosage of upper limb rehabilitation using virtual reality and robotics after stroke: a randomized controlled trial. *Sci Rep*. 2025.
7. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. *Lancet*. 2011;377(9778):1693–1702.
8. Winstein CJ, et al. Guidelines for adult stroke rehabilitation and recovery. *Stroke*. 2016;47(6):e98–e169.
9. Kwakkel G, et al. Effects of intensity of rehabilitation after stroke: systematic review. *Lancet Neurol*. 2019;18(10):915–926.
10. Cramer SC. Treatments to promote neural repair after stroke. *J Stroke*. 2018;20(1):57–70.
11. Ward NS. Restoring brain function after stroke—bridging the gap between animals and humans. *Nat Rev Neurol*. 2017;13(4):244–255.
12. Veerbeek JM, et al. Effects of task-oriented training after stroke: systematic review and meta-analysis. *Stroke*. 2014;45(9):2724–2731.
13. Mehrholz J, et al. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020;10:CD006185.
14. Pollock A, et al. Interventions for improving upper limb function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;11:CD010820.
15. Laver KE, et al. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;11:CD008349.
16. Hatem SM, et al. Rehabilitation of motor function after stroke: a multiple systematic review. *Neurorehabil Neural Repair*. 2016;30(8):713–724.
17. Lefaucheur JP, et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial magnetic stimulation. *Clin Neurophysiol*. 2020;131(2):474–528.
18. Elsner B, et al. Transcranial direct current stimulation for improving motor function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020;11:CD009645.

19. Chen J, et al. Brain–computer interface for motor recovery after stroke: systematic review and meta-analysis. *J Neuroeng Rehabil.* 2020;17:1–14.
20. Cervera MA, et al. Brain-computer interfaces for post-stroke motor rehabilitation: a meta-analysis. *Ann Clin Transl Neurol.* 2018;5(5):651–663.

## **EARLY DIAGNOSIS OF ENDOMETRIAL CANCER IN WOMEN WITH OBESITY AND POLYCYSTIC OVARY SYNDROME**

**Mussina Dinara,**  
student of Kazakh National Medical University named after S. D. Asfendiyarov

**Olzhabekova Bibinur Asylkhanovna,**  
student of Kazakh National Medical University named after S. D. Asfendiyarov

**Oryngali Meirim Nurzhankyzy,**  
student of Kazakh National Medical University named after S. D. Asfendiyarov

**Azizuly Alikhan,**  
student of Kazakh National Medical University named after S. D. Asfendiyarov

**Mazakova Balausa Erlankyzy,**  
student of Kazakh National Medical University named after S. D. Asfendiyarov,  
Kazakhstan

**Abstract.** Endometrial cancer is one of the most common gynecologic malignancies, and its incidence is increasing among younger and reproductive-aged women, partly in parallel with the growing prevalence of obesity and metabolic disorders. Women with obesity and polycystic ovary syndrome (PCOS) represent a particularly high-risk population because of chronic anovulation, prolonged unopposed estrogen exposure, insulin resistance, hyperinsulinemia, and systemic low-grade inflammation, all of which contribute to endometrial proliferation, hyperplasia, and malignant transformation. Recent evidence indicates that women with PCOS have significantly higher odds of developing endometrial cancer than women without PCOS, with the excess risk appearing even more pronounced in premenopausal patients.

This literature review aims to summarize current evidence on the clinical, hormonal, metabolic, and imaging markers that may facilitate earlier recognition of endometrial premalignant and malignant lesions in women with obesity and PCOS. Particular attention is given to abnormal uterine bleeding, prolonged amenorrhea, endometrial hyperplasia, metabolic dysfunction, and infertility history as clinically relevant warning signs. Current evidence suggests that routine population-based screening for endometrial cancer in asymptomatic premenopausal women with PCOS is not recommended; however, targeted diagnostic assessment is warranted in the presence of abnormal uterine bleeding, persistent menstrual irregularity, prolonged amenorrhea, or additional risk factors such as severe obesity and diabetes.

Transvaginal ultrasonography and endometrial biopsy remain the principal tools for early detection, while interest is increasing in risk-adapted algorithms incorporating

body mass index, ovulatory dysfunction, sonographic endometrial characteristics, and molecular biomarkers. Endometrial intraepithelial neoplasia and atypical hyperplasia are especially important precursor lesions, as their timely identification may prevent progression to invasive carcinoma.

**Keywords:** *endometrial cancer; polycystic ovary syndrome (PCOS); obesity; endometrial hyperplasia; abnormal uterine bleeding; precancerous lesions.*

**Introduction.** Endometrial cancer (EC) is the most common malignancy of the female reproductive tract in developed and many developing countries, with a steadily increasing incidence worldwide. This trend is largely attributed to the rising prevalence of obesity, metabolic syndrome, and endocrine disorders, particularly among women of reproductive age. Traditionally considered a disease of postmenopausal women, EC is now increasingly diagnosed in younger populations, highlighting the need for improved early detection strategies in high-risk groups [1].

Obesity is a well-established and modifiable risk factor for endometrial cancer. Excess adipose tissue contributes to increased peripheral aromatization of androgens to estrogens, resulting in chronic exposure of the endometrium to unopposed estrogen. Additionally, obesity is closely associated with insulin resistance and hyperinsulinemia, which promote cellular proliferation through insulin-like growth factor (IGF) pathways and inhibit apoptosis. Chronic low-grade inflammation and adipokine dysregulation further contribute to a pro-oncogenic microenvironment within the endometrium [2].

Polycystic ovary syndrome (PCOS), affecting up to 8–13% of women of reproductive age, represents another major risk factor for endometrial pathology. The syndrome is characterized by chronic anovulation, hyperandrogenism, and metabolic disturbances, including insulin resistance [3]. Persistent anovulatory cycles in women with PCOS lead to prolonged periods without progesterone-mediated endometrial shedding, thereby increasing the risk of endometrial hyperplasia and subsequent malignant transformation. Epidemiological studies indicate that women with PCOS have a significantly higher risk of developing endometrial cancer compared to the general population, even after adjusting for body mass index [4].

The coexistence of obesity and PCOS creates a synergistic effect, substantially amplifying the risk of endometrial carcinogenesis. In this context, early identification of premalignant changes such as endometrial hyperplasia and endometrial intraepithelial neoplasia (EIN) becomes critically important. However, routine population-based screening for endometrial cancer is not currently recommended, particularly in asymptomatic premenopausal women. Therefore, the development of risk-adapted diagnostic strategies is essential [5].

Current approaches to early detection rely on the evaluation of clinical symptoms most notably abnormal uterine bleeding along with imaging modalities such as transvaginal ultrasonography and confirmatory histopathological assessment via endometrial biopsy. Increasing attention is being paid to the role of metabolic, hormonal, and molecular biomarkers, which may enhance risk stratification and allow for earlier diagnosis in high-risk populations [6].

This literature review aims to synthesize current evidence on the pathophysiological links between obesity, PCOS, and endometrial cancer, as well as to evaluate contemporary strategies for early diagnosis in this high-risk group. Emphasis is placed on identifying clinically relevant markers and diagnostic algorithms that may improve early detection and ultimately reduce morbidity and mortality associated with endometrial cancer.

**Materials and Methods.** This study was conducted as a structured narrative literature review aimed at evaluating current evidence on the early diagnosis of endometrial cancer in women with obesity and polycystic ovary syndrome (PCOS).

A comprehensive search of electronic databases, including **PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, and Cochrane Library**, was performed to identify relevant publications. The search covered studies published between **2015 and 2025**, with priority given to the most recent and high-quality evidence. The following keywords and MeSH terms were used in various combinations: “*endometrial cancer,*” “*polycystic ovary syndrome,*” “*PCOS,*” “*obesity,*” “*endometrial hyperplasia,*” “*early diagnosis,*” “*screening,*” “*insulin resistance,*” “*abnormal uterine bleeding,*” and “*transvaginal ultrasound.*”

Inclusion criteria comprised **original clinical studies, systematic reviews, meta-analyses, and international clinical guidelines** addressing risk factors, pathophysiology, and diagnostic approaches to endometrial cancer in women with obesity and/or PCOS. Studies focusing on early detection, diagnostic algorithms, imaging techniques, and histopathological assessment were prioritized.

Exclusion criteria included **case reports, conference abstracts without full text, duplicate publications, and studies lacking clear methodological design or clinical relevance** to the research objective.

**Results.** Analysis of the selected literature demonstrates that women with obesity and polycystic ovary syndrome (PCOS) represent a distinct high-risk phenotype for the development of endometrial cancer (EC), with risk determined by a complex interaction of hormonal, metabolic, and inflammatory factors. Across multiple cohort studies and meta-analyses, obesity consistently emerged as the strongest independent risk factor, with a dose-dependent relationship between body mass index (BMI) and EC incidence. It has been shown that each 5 kg/m<sup>2</sup> increase in BMI is associated with approximately a 50–60% increase in the risk of endometrial cancer. This association is primarily mediated through peripheral aromatization of androgens to estrogens in adipose tissue, leading to chronic unopposed estrogen exposure, as well as through insulin resistance and hyperinsulinemia, which exert mitogenic and anti-apoptotic effects on endometrial cells via insulin-like growth factor (IGF) signaling pathways [5,7].

In women with PCOS, the risk of endometrial cancer is further amplified due to chronic anovulation and progesterone deficiency. Epidemiological studies indicate that women with PCOS have a 2- to 4-fold increased risk of developing EC compared to women without PCOS, even after adjustment for BMI [8]. However, when PCOS coexists with obesity, the risk increases synergistically, reflecting the convergence of endocrine and metabolic dysregulation. Several studies also highlight that EC in

women with PCOS tends to occur at a younger age, often during the reproductive period, which has important implications for fertility preservation and long-term outcomes.

The analysis of clinical presentation across studies confirms that abnormal uterine bleeding (AUB) remains the most consistent and clinically relevant early symptom of endometrial pathology. In premenopausal women with PCOS, however, the diagnostic value of AUB is complicated by the high prevalence of baseline menstrual irregularities, including oligomenorrhea and amenorrhea. As a result, prolonged amenorrhea (exceeding 3–6 months), intermenstrual bleeding, or sudden changes in bleeding patterns are considered more specific warning signs requiring further evaluation. Several studies emphasize that delayed investigation of these symptoms in women with PCOS contributes to later-stage diagnosis [9].

Transvaginal ultrasonography (TVUS) is identified as the first-line imaging modality for the evaluation of endometrial abnormalities. In postmenopausal women, an endometrial thickness threshold of 4–5 mm is widely accepted as a criterion for further investigation. However, in premenopausal women, including those with PCOS, the interpretation of endometrial thickness is more complex due to cyclic hormonal variation and frequent anovulatory states. Studies suggest that persistently thickened, heterogeneous, or cystic endometrium, particularly in the context of prolonged amenorrhea, should raise suspicion for endometrial hyperplasia. Additional sonographic features, such as increased vascularity on Doppler imaging and irregular endometrial-myometrial interface, may further improve diagnostic accuracy, although their use remains operator-dependent [10, 11].

Endometrial biopsy remains the gold standard for diagnosis and is strongly recommended in high-risk patients presenting with abnormal bleeding or significant risk factors. The literature consistently demonstrates that early detection of endometrial hyperplasia, particularly atypical hyperplasia or endometrial intraepithelial neoplasia (EIN), is critical, as these lesions carry a high risk of progression to invasive carcinoma. Studies report that up to 30–40% of cases of atypical hyperplasia may already harbor concurrent carcinoma at the time of diagnosis. Importantly, timely identification of these precancerous lesions allows for the implementation of fertility-sparing treatment strategies, including progestin therapy, which has shown high rates of histological regression in selected patients [12].

A growing body of evidence highlights the importance of metabolic and biochemical markers in risk stratification. Insulin resistance, assessed by indices such as HOMA-IR, has been consistently associated with increased endometrial proliferation and cancer risk. Hyperinsulinemia not only promotes direct mitogenic effects but also decreases sex hormone-binding globulin (SHBG) levels, thereby increasing bioavailable estrogen. Additionally, elevated levels of inflammatory markers, including C-reactive protein (CRP) and pro-inflammatory cytokines, have been linked to endometrial carcinogenesis in obese patients. Adipokines such as leptin and adiponectin also appear to play a role, with leptin promoting proliferation and angiogenesis, while low adiponectin levels are associated with increased cancer risk [13,14].

Recent studies have explored the potential role of molecular and genetic biomarkers in early diagnosis. Alterations in the PI3K/AKT/mTOR pathway, PTEN mutations, microsatellite instability, and epigenetic changes have been identified in early endometrial carcinogenesis. While these markers are not yet widely implemented in routine clinical practice, they hold promise for future risk-adapted screening strategies, particularly in high-risk populations such as women with obesity and PCOS [15].

The reviewed literature consistently emphasizes that routine screening for endometrial cancer in asymptomatic premenopausal women with PCOS is not currently recommended due to insufficient evidence of cost-effectiveness and clinical benefit. Instead, a targeted approach based on individual risk assessment is advocated [16, 17]. Risk factors warranting early diagnostic evaluation include obesity (especially BMI  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>), long-standing anovulation, infertility, diabetes mellitus, and a history of prolonged unopposed estrogen exposure. Several authors propose integrated diagnostic algorithms combining clinical, metabolic, and imaging parameters to identify patients who would benefit most from early endometrial sampling [18].

Overall, the findings demonstrate that early diagnosis of endometrial cancer in women with obesity and PCOS depends on heightened clinical awareness, timely recognition of abnormal bleeding patterns, and appropriate use of diagnostic tools. Despite advances in understanding the underlying pathophysiology and risk factors, delays in diagnosis remain a significant issue, particularly in younger women, underscoring the need for improved clinical vigilance and the development of more precise risk stratification models [19].

**Discussion.** The findings of this literature review confirm that endometrial cancer (EC) in women with obesity and polycystic ovary syndrome (PCOS) represents a multifactorial and increasingly relevant clinical problem, driven by the convergence of hormonal imbalance and metabolic dysfunction. The reviewed evidence consistently demonstrates that both conditions independently contribute to endometrial carcinogenesis, while their coexistence creates a synergistic effect that significantly amplifies oncogenic risk. This aligns with data from large epidemiological studies and meta-analyses indicating a markedly increased incidence of EC in women with PCOS, particularly in the presence of obesity and insulin resistance.

From a pathophysiological perspective, the central role of unopposed estrogen exposure, secondary to chronic anovulation and peripheral aromatization, is well established. However, recent research has expanded this concept by highlighting the importance of hyperinsulinemia, chronic inflammation, and adipokine imbalance as key contributors to endometrial proliferation and malignant transformation. These findings support the notion that EC in this population should be viewed not only as a **hormone-dependent tumor**, but also as a manifestation of systemic metabolic dysregulation [20].

One of the most clinically significant observations is the shift toward younger age at diagnosis in women with PCOS. Unlike the classical presentation of EC in postmenopausal women, patients with PCOS often develop premalignant and malignant endometrial changes during reproductive years. This creates unique

diagnostic and therapeutic challenges, particularly in the context of fertility preservation. At the same time, it underscores the importance of early identification of high-risk individuals.

Despite the well-defined risk profile, current evidence does not support routine screening for EC in asymptomatic premenopausal women with PCOS. This position is reflected in major international guidelines, including those from endocrine and gynecologic societies. However, the absence of standardized screening protocols highlights a critical gap in clinical practice. The reviewed studies suggest that a symptom-driven approach primarily based on abnormal uterine bleeding (AUB) remains the cornerstone of early detection. Nevertheless, in women with PCOS, menstrual irregularities are common, which reduces the specificity of AUB as a diagnostic trigger and may contribute to delayed evaluation.

In this context, there is growing support for the implementation of risk-adapted diagnostic strategies. Several authors propose integrating clinical parameters (e.g., obesity, duration of amenorrhea), metabolic indicators (e.g., insulin resistance, diabetes), and imaging findings to stratify patients according to their risk of endometrial pathology. Transvaginal ultrasonography, while widely used, has limitations in premenopausal women due to physiological variability in endometrial thickness. Therefore, its diagnostic value is significantly enhanced when interpreted in conjunction with clinical context and longitudinal assessment.

Endometrial biopsy remains the most reliable method for diagnosis, particularly for detecting atypical hyperplasia and endometrial intraepithelial neoplasia (EIN), which are recognized precursors of EC. The high rate of concurrent carcinoma in patients with atypical hyperplasia emphasizes the importance of timely histopathological evaluation. At the same time, increasing attention is being paid to minimally invasive and fertility-preserving management options, including progestin-based therapies, which demonstrate favorable outcomes in selected patients when early diagnosis is achieved.

Another important direction highlighted in the literature is the potential role of molecular and genetic biomarkers in improving early detection. Alterations in pathways such as PI3K/AKT/mTOR and PTEN mutations are among the earliest events in endometrial carcinogenesis. Although these biomarkers are not yet routinely used in clinical practice, their integration into future diagnostic algorithms may allow for more precise identification of high-risk patients and facilitate personalized approaches to screening and management.

Overall, the evidence indicates that delayed diagnosis remains a significant challenge, particularly in younger women with PCOS, where symptoms may be underestimated or attributed to the underlying endocrine disorder. This underscores the need for increased clinical awareness and education among healthcare providers, as well as the development of standardized, evidence-based strategies for early detection in this high-risk population.

### **Conclusion**

Women with obesity and polycystic ovary syndrome represent a high-risk group for the development of endometrial cancer due to the combined effects of hormonal

imbalance, insulin resistance, and chronic inflammation. Early diagnosis in this population cannot rely on universal screening but requires a targeted, risk-based approach focused on timely evaluation of abnormal uterine bleeding and prolonged menstrual irregularities.

Transvaginal ultrasonography and endometrial biopsy remain key diagnostic tools, while emerging molecular markers hold promise for future risk stratification. Improving clinical vigilance and implementing individualized diagnostic algorithms are essential for the early detection of precancerous lesions and early-stage cancer, ultimately enhancing reproductive and oncological outcomes in this vulnerable group.

### References:

1. Johnson JE, Johnson AL. Risk of endometrial cancer in patients with polycystic ovarian syndrome: A meta-analysis. *Oncol Lett.* 2023;25(4):168. doi:10.3892/ol.2023.13754.
2. Ghaempanah F, Sarabi SN, Sarabi SN, Gharahjeh S, Jamali K, Ahmadi S, et al. Polycystic Ovarian Syndrome and the Risk of Ovarian, Endometrial, and Breast Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Med J Islam Repub Iran.* 2025;39:50. doi:10.47176/mjiri.39.50.
3. Harris HR, Terry KL. Polycystic ovary syndrome and risk of endometrial, ovarian, and breast cancer: a systematic review. *Fertil Res Pract.* 2016;2:14. doi:10.1186/s40738-016-0029-2.
4. Abu-Zaid A, Baradwan S, Alyafi M, Al Baalharith M, Alsehaimi SO, Alsabban M, et al. Association between polycystic ovary syndrome and the risk of malignant gynecologic cancers (ovarian, endometrial, and cervical): A population-based study from the U.S.A. National Inpatient Sample 2016-2019. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2024;299:283-288. doi:10.1016/j.ejogrb.2024.06.031.
5. Pace L, Markovic D, Buyalos R, Bril F, Azziz R. Economic Burden of Endometrial Cancer Associated With Polycystic Ovary Syndrome. *J Clin Endocrinol Metab.* 2024;110(1):e168-e176. doi:10.1210/clinem/dgae527.
6. Teede HJ, Tay CT, Laven JJE, Dokras A, Moran LJ, Piltonen TT, et al. Recommendations From the 2023 International Evidence-based Guideline for the Assessment and Management of Polycystic Ovary Syndrome. *J Clin Endocrinol Metab.* 2023;108(10):2447-2469. doi:10.1210/clinem/dgad463.
7. Azziz R, Carmina E, Chen Z, Dunaif A, Laven JSE, Legro RS, et al. Polycystic ovary syndrome. *Nat Rev Dis Primers.* 2016;2:16057. doi:10.1038/nrdp.2016.57.
8. Escobar-Morreale HF. Polycystic ovary syndrome: definition, aetiology, diagnosis and treatment. *Nat Rev Endocrinol.* 2018;14(5):270-284. doi:10.1038/nrendo.2018.24.
9. Marin AG, Filipescu A, Petca A, et al. The Role of Obesity in the Etiology and Carcinogenesis of Endometrial Cancer. *Cureus.* 2024;16(4):e59219. doi:10.7759/cureus.59219.
10. Agnew HJ, Kitson SJ, Crosbie EJ. Gynecological malignancies and obesity. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol.* 2023;88:102337. doi:10.1016/j.bpobgyn.2023.102337.

11. Clarke MA, Long BJ, Sherman ME, Lemens MA, Podratz KC, Hopkins MR, et al. Risk assessment of endometrial cancer and endometrial intraepithelial neoplasia in women with abnormal bleeding and implications for clinical management algorithms. *Am J Obstet Gynecol.* 2020;223(4):549.e1-549.e13. doi:10.1016/j.ajog.2020.03.032.
12. Saccardi C, Cosmi E, Borghero A, et al. New Light on Endometrial Thickness as a Risk Factor of Cancer: What Do Clinicians Need to Know? *Cancer Manag Res.* 2022;14:1331-1340. doi:10.2147/CMAR.S294074.
13. Vetter MH, Smith B, Benedict J, et al. Preoperative predictors of endometrial cancer at time of hysterectomy for endometrial intraepithelial neoplasia or complex atypical hyperplasia. *Am J Obstet Gynecol.* 2020;222(1):60.e1-60.e7. doi:10.1016/j.ajog.2019.08.002.
14. Management of Endometrial Intraepithelial Neoplasia or Atypical Endometrial Hyperplasia: ACOG Clinical Consensus No. 5. *Obstet Gynecol.* 2023;142(3):735-744. doi:10.1097/AOG.0000000000005297.
15. Abu-Rustum N, Yashar C, Arend R, Barber E, Bradley K, Brooks R, et al. Uterine Neoplasms, Version 1.2023, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. *J Natl Compr Canc Netw.* 2023;21(2):181-209. doi:10.6004/jnccn.2023.0006.
16. Makker V, MacKay H, Ray-Coquard I, Levine DA, Westin SN, Aoki D, et al. Endometrial cancer. *Nat Rev Dis Primers.* 2021;7(1):88. doi:10.1038/s41572-021-00324-8.
17. Crosbie EJ, Kitson SJ, McAlpine JN, Mukhopadhyay A, Powell ME, Singh N. Endometrial cancer. *Lancet.* 2022;399(10333):1412-1428. doi:10.1016/S0140-6736(22)00323-3.
18. Galant N, Krawczyk P, Monist M, Obara A, Gajek Ł, Grenda A, et al. Molecular Classification of Endometrial Cancer and Its Impact on Therapy Selection. *Int J Mol Sci.* 2024;25(11):5893. doi:10.3390/ijms25115893.
19. Agusti N, Kanbergs A, Nitecki R. Potential of molecular classification to guide fertility-sparing management among young patients with endometrial cancer. *Gynecol Oncol.* 2024;185:121-127. doi:10.1016/j.ygyno.2024.02.020.
20. Mooney SS, Puthussery S, Saso S, Chatterjee J. Does weight loss in women with obesity induce regression of endometrial hyperplasia? A systematic review. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2023;288:49-55. doi:10.1016/j.ejogrb.2023.06.028.

# THE JAK-STAT SIGNALING PATHWAY IN THE PATHOGENESIS AND TREATMENT OF RHEUMATOID ARTHRITIS: FROM MOLECULAR MECHANISMS TO CLINICAL PRACTICE

**Mykytenko Ganna**

Associate Professor at the Department of Internal Medicine with a Course in Cardiology and Rheumatology, Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

**Nechval Diana**

6th-year student Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

**Introduction:** Rheumatoid arthritis (RA) is a chronic autoimmune inflammatory disease characterized by a multistep pathogenesis mediated through the activation of the intracellular JAK-STAT signaling pathway by cytokines (IL-6, IFN- $\gamma$ , GM-CSF, etc.), which triggers the expression of proinflammatory genes [1-4]. In 2020, approximately 17.6 million people worldwide suffered from RA, predominantly women; by 2050, this number is projected to increase to 31.7 million [5]. RA is a prototypic autoimmune disease in which clinical manifestation is preceded by a prolonged preclinical phase [3]. The pathophysiology of RA involves a complex interplay between immune responses, inflammatory processes, and metabolic disorders [4]. Cytokine production by numerous synovial cell populations is central to the pathogenesis of RA [3]. Abnormal activation of the immune system through the excessive production of proinflammatory cytokines plays a fundamental role in the development of joint swelling, pain, and stiffness [6]. Synovial tissue in inflamed joints, infiltrated by activated macrophages and leukocytes, is a rich source of proinflammatory cytokines (TNF- $\alpha$ , IL-1, IL-6, and IL-17) as well as growth factors (e.g., M-CSF), which affect bone remodeling in the RA joint microenvironment [7]. Most proinflammatory cytokines (IL-6, IFN- $\gamma$ , GM-CSF, etc.) signal through the JAK-STAT pathway, driving the expression of proinflammatory genes and sustaining inflammation. Pharmacological blockade of JAK significantly reduces synovial inflammation and clinical disease activity [1, 2, 4, 8].

The JAK-STAT (Janus kinase - signal transducer and activator of transcription) pathway is an intracellular signaling cascade that mediates the effects of most proinflammatory cytokines, such as IL-6, IFN- $\gamma$ , and GM-CSF [1-3]. The main components of the pathway include JAK kinases (JAK1, JAK2, JAK3, TYK2) and STAT proteins (STAT1-STAT6) [1, 2, 4].

JAK kinases are a family of tyrosine kinases. JAK1 is the most "universal" target in RA, as it is involved in the signaling of IL-6 and many other proinflammatory cytokines [1, 2, 4]. JAK1 and JAK3 are primarily associated with  $\gamma$ -chain cytokine receptors (IL-2, IL-4, IL-9, IL-15) and regulate T- and B-cell activation [1, 2]. JAK2 is activated upon the binding of IL-3, IL-5, erythropoietin (EPO), thrombopoietin

(TPO), prolactin, and granulocyte-macrophage colony-stimulating factor (GM-CSF) to their receptors [4]. STAT proteins are transcription factors that, following phosphorylation by JAKs, dimerize and translocate to the nucleus, where they activate the expression of genes controlling inflammation, proliferation, and cell survival [1, 2, 4, 5]. STAT1, STAT3, and STAT5 play a particularly important role in RA, driving the production of proinflammatory cytokines (TNF- $\alpha$ , IL-6, IL-17), promoting osteoclast activation, and contributing to articular cartilage destruction [3, 6].

The JAK-STAT pathway plays a crucial role in sustaining inflammation in RA by activating T and B lymphocytes, which leads to the production of proinflammatory cytokines [1-4]. Activation of this cascade stimulates the proliferation of synovial fibroblasts, resulting in synovial thickening and pannus formation [1, 2, 4]. Furthermore, JAK-STAT promotes angiogenesis in synovial tissues, providing a blood supply to fuel the inflammatory process [3, 4]. The pathway also induces the expression of matrix metalloproteinases (MMPs), which degrade collagen and cartilage, leading to erosions and joint damage [1-3, 6]. The role of STAT3 is especially critical: it supports the survival of IL-17-producing Th17 cells and disrupts the Th17/Treg balance, largely determining the chronicity and severity of RA [1-3].

Thus, pharmacological inhibition of JAK blocks several key nodes in the pathogenesis of RA, reducing inflammation, cartilage destruction, and clinical manifestations of the disease [4, 7, 8].

JAK inhibitors are targeted synthetic disease-modifying antirheumatic drugs (tsDMARDs) that block the activity of JAK kinases, thereby suppressing the proinflammatory cytokine signaling underlying RA pathogenesis [1-4]. Drugs such as tofacitinib, baricitinib, upadacitinib, and filgotinib effectively reduce cytokine production (IL-6, IFN- $\gamma$ , GM-CSF), leading to decreased T- and B-cell activation, synovial fibroblast proliferation, and metalloproteinase formation [1, 2, 4, 7]. Clinically, this manifests as a rapid reduction in inflammation, pain relief, and improved joint function in RA patients [4, 6, 8]. Consequently, JAK inhibitors allow for targeted intervention in the key molecular pathways of the disease, combining anti-inflammatory and immunomodulatory effects [2, 3, 7].

JAK inhibitors demonstrate a pronounced reduction in clinical RA activity, as assessed by standard scales: DAS28, CDAI, and SDAI. Clinical trials have shown that therapy with tofacitinib or baricitinib is associated with significant improvements in disease activity scores within the first few weeks of treatment [4]. Specifically, a substantial decrease in DAS28 and the achievement of clinical responses based on ACR20, ACR50, and ACR70 criteria are observed in a significant proportion of patients [4, 6]. These effects are notable even in patients who have previously failed to respond to methotrexate or biologic DMARDs (bDMARDs), confirming their role as an alternative therapeutic strategy [4, 7]. JAK inhibitors also slow the radiographic progression of joint destruction. Studies involving baricitinib and upadacitinib have demonstrated a reduced rate of erosive changes and joint space narrowing compared to placebo and standard therapy [4, 6]. These drugs exhibit a rapid onset of action (effects are often seen within 1–2 weeks) and high efficacy both as monotherapy and in combination with methotrexate [1, 2, 4, 8].

The primary risks of JAK inhibitor therapy include infections, notably *Herpes zoster* reactivation, thromboembolic complications, and an increased cardiovascular risk [2, 3, 8]. The risk of developing tuberculosis is lower than with TNF inhibitors; however, screening for latent tuberculosis prior to initiating therapy is mandatory [2, 3]. The ORAL Surveillance study demonstrated an increased risk of major adverse cardiovascular events (MACE) and thrombosis in patients with high cardiovascular risk factors, which prompted warnings from the FDA and EMA [3, 8]. There is also a potential risk of malignancies with long-term use, particularly in patients with a history of cancer, necessitating mandatory monitoring [1, 2, 4]. Despite their efficacy, the prescription of JAK inhibitors requires a careful risk-benefit assessment for each individual patient and tailored dosing [3, 6, 7].

The most promising direction is the development of selective JAK1 inhibitors, which potentially reduce adverse effects compared to non-selective agents [2, 4, 8]. New molecules and tsDMARDs capable of blocking specific JAK kinases are also under investigation [1, 2, 4]. Personalized therapy, where drug and dose selection is based on patient biomarkers and inflammatory activity, is actively being studied [4, 6, 7]. Furthermore, the combination of JAK inhibitors with biologic agents represents a potential strategy to enhance efficacy in refractory cases [3, 4, 8].

**Conclusions:** The JAK-STAT cascade is a pivotal signaling pathway in the pathogenesis of RA, mediating the production of proinflammatory cytokines, activation of T and B lymphocytes, proliferation of synovial fibroblasts, and cartilage destruction [1-4]. Blocking this pathway has been a major contribution to the treatment of RA, decreasing clinical activity, slowing the progression of erosions, and improving patients' functional status [2, 4, 6, 7]. JAK inhibitors are an effective alternative to biologic therapy, particularly in patients with inadequate responses to methotrexate or bDMARDs, opening new horizons for personalized and combination therapies [2, 4, 8].

#### References:

1. O'Shea JJ, Schwartz DM, Villarino AV, Gadina M, McInnes IB, Laurence A. The JAK-STAT pathway: impact on human disease and therapeutic intervention. *Annu Rev Med.* 2015;66:311–328.
2. Schwartz DM, Kanno Y, Villarino A, Ward M, Gadina M, O'Shea JJ. JAK inhibition as a therapeutic strategy for immune and inflammatory diseases. *Nat Rev Drug Discov.* 2017;16(12):843–862.
3. McInnes IB, Schett G. The pathogenesis of rheumatoid arthritis. *N Engl J Med.* 2011;365(23):2205–2219.
4. Kiełbowski K, Plewa P, Bratborska AW, Bakinowska E, Pawlik A. JAK Inhibitors in Rheumatoid Arthritis: Immunomodulatory Properties and Clinical Efficacy. *Int J Mol Sci.* 2024;25(15):8327.
5. GBD 2021 Rheumatoid Arthritis Collaborators. Global, regional, and national burden of rheumatoid arthritis, 1990–2020, and projections to 2050: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Rheumatol.* 2023;5(10):e594–e610.

6. Crispino N, Ciccia F. JAK/STAT pathway and nociceptive cytokine signalling in rheumatoid arthritis and psoriatic arthritis. *Clin Exp Rheumatol*. 2021;39(3):668-675.
7. Gao Y, Zhang Y, Liu X. Rheumatoid arthritis: pathogenesis and therapeutic advances. *MedComm (2020)*. 2024;5(3):e509.
8. Burashed KK, AlAbbasi FA. Janus Kinase (JAK) Inhibitors in Rheumatoid Arthritis. *Cureus*. 2026;18(1):e102634.

## ЖҮКТІ ӘЙЕЛДЕРДЕГІ TORCH-ИНФЕКЦИЯЛАР: ЕМДЕУ ЖӘНЕ НӘТИЖЕЛЕРІ

**Артықбай Айжан Шадыханқызы,**  
1 курс резиденті

**Жүсіп Аружан Құдайбергенқызы,**  
1 курс резиденті

**Халикулова Нилуфар Муратжанқызы,**  
1 курс резиденті.

Акушерлік және гинекология кафедрасы,  
С. Д. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті,  
Алматы, Қазақстан

**Аңдатпа.** Жүкті әйелдердегі TORCH-инфекциялар (токсоплазмоз, қызамық, цитомегаловирус инфекциясы, герпес және басқа инфекциялар) перинаталдық асқынулардың маңызды себептерінің бірі болып табылады және ана мен бала үшін жоғары қауіп төндіреді. Жүктілік кезеңінде иммунологиялық өзгерістер инфекцияларға сезімталдықты арттырып, олардың ауыр ағымына ықпал етуі мүмкін. TORCH-инфекциялар плацентарлық бөгет арқылы өтіп, баланың зақымдануына, туа біткен ақауларға, жатырышілік дамудың тежелуіне, түсікке және өлі тууға алып келуі мүмкін.

Қазіргі зерттеулер TORCH-инфекциялардың перинаталдық нәтижелерге айтарлықтай әсер ететінін көрсетеді, бұл әсер инфекция түріне, жүктілік мерзіміне және емнің уақытылы жүргізілуіне байланысты. Ерте диагностика, скринингтік зерттеулер және қауіпсіз әрі тиімді терапияны қолдану баланың зақымдану қаупін төмендетуде маңызды рөл атқарады.

Осылайша, жүкті әйелдердегі TORCH-инфекцияларды уақтылы анықтау, дұрыс емдеу тактикасын таңдау және кешенді медициналық бақылау ана мен бала үшін қолайлы нәтижелерге қол жеткізудің негізгі шарттары болып табылады.

**Кілт сөздер:** TORCH-инфекциялар, жүктілік, перинаталдық нәтижелер, туа біткен инфекциялар, токсоплазмоз, цитомегаловирус, герпес вирусы, қызамық, жатырышілік инфекция, неонаталдық асқынулар.

**Кіріспе.** Жүкті әйелдердегі TORCH-инфекциялар қазіргі акушерлік тәжірибеде маңызды медициналық-әлеуметтік мәселе болып табылады, себебі олар перинаталдық аурушандық пен өлім-жітімнің негізгі себептерінің бірі болып саналады. TORCH кешеніне токсоплазмоз, қызамық, цитомегаловирус және герпес инфекциялары, сондай-ақ басқа да вертикальды жолмен берілетін инфекциялар жатады. Бұл инфекциялар жүктілік барысында ана ағзасынан

плацента арқылы балаға беріліп, әртүрлі дәрежедегі зақымдануларға әкелуі мүмкін [1].

Жүктілік кезеңінде әйел ағзасында иммунологиялық қайта құрылымдану жүреді, ол ұрықты (баланы) сақтауға бағытталғанымен, инфекциялық агенттерге сезімталдықтың артуына себеп болады. Нәтижесінде TORCH-инфекциялар жиі субклиникалық немесе атипиялық түрде өтіп, уақытылы анықталмай қалуы мүмкін. Бұл өз кезегінде инфекцияның балаға берілу қаупін арттырады және оның салдары ретінде туа біткен ақаулар, жатыршілік дамудың тежелуі, орталық жүйке жүйесінің зақымдануы және неонаталдық асқынулар дамуы мүмкін [2].

TORCH-инфекциялардың клиникалық маңыздылығы олардың жүктілік мерзіміне байланысты әсер етуімен де анықталады. Ерте гестациялық кезеңде жұқтыру эмбриогенездің бұзылуына және ауыр туа біткен ақауларға әкелуі мүмкін, ал жүктіліктің кеш кезеңдерінде инфекция баланың функционалдық бұзылыстарымен және неонаталдық патологиялармен көрінуі ықтимал. Сонымен қатар, инфекцияның түрі, вируленттілігі және ананың иммундық мәртебесі перинаталдық нәтижелерге тікелей әсер етеді [3].

Соңғы жылдары TORCH-инфекцияларды диагностикалау мен емдеу тәсілдері айтарлықтай жетілдірілгеніне қарамастан, олардың ерте анықталуы мен тиімді басқарылуы әлі де өзекті мәселе болып отыр. Скринингтік бағдарламалардың енгізілуі, серологиялық және молекулалық диагностиканың дамуы, сондай-ақ қауіпсіз емдеу әдістерін қолдану перинаталдық асқынулардың алдын алуда маңызды рөл атқарады [4].

Осыған байланысты жүкті әйелдердегі TORCH-инфекциялардың ағымын, емдеу тактикасын және перинаталдық нәтижелерге әсерін кешенді зерттеу қазіргі заманғы медицина үшін өзекті бағыттардың бірі болып табылады.

**Материалдар мен әдістер.** Зерттеу құрылымдалған әдеби шолу форматында жүргізілді. Ғылыми жарияланымдарды іздеу PubMed, Scopus және Web of Science халықаралық дерекқорларында 2015–2025 жылдар аралығында жүзеге асырылды.

Талдауға жүкті әйелдердегі TORCH-инфекциялар, олардың диагностикасы, емдеу тактикасы және перинаталдық нәтижелерге әсері туралы деректерді қамтитын рандомизацияланған бақыланатын зерттеулер, когорттық зерттеулер, жүйелі шолулар, метаанализдер және халықаралық клиникалық ұсынымдар енгізілді. Туа біткен инфекциялар, жатыршілік зақымданулар және неонаталдық асқынуларға қатысты мәліметтері бар зерттеулерге басымдық берілді. Тақырыпқа сәйкес келмейтін, жеткіліксіз клиникалық деректері бар және ғылыми құндылығы төмен жарияланымдар зерттеуге енгізілген жоқ.

Деректерді іріктеу барысында TORCH-инфекциялардың таралуы, ана мен балаға әсері, диагностикалық әдістері, емдеу тәсілдері және перинаталдық нәтижелерге ықпалы қарастырылды. Жиналған мәліметтер сапалық талдау әдісімен өңделіп, негізгі заңдылықтар анықталды және ғылыми тұрғыдан негізделген қорытындылар жасалды.

**Нәтижелер.** Жүргізілген жүйелі талдау TORCH-инфекциялардың жүкті әйелдердегі ағымы мен перинаталдық нәтижелерге әсері күрделі, көпденгейлі

патофизиологиялық механизмдер арқылы жүзеге асатынын көрсетті. Инфекцияның клиникалық салдары қоздырғыштың түріне, жүктілік мерзіміне, ананың иммунологиялық статусына және инфекцияның бастапқы немесе қайта белсенуіне тікелей тәуелді [5].

TORCH-инфекциялар кезінде вертикальды трансмиссияның жиілігі айтарлықтай вариабельді. Цитомегаловирус инфекциясында (CMV) анадан балаға берілу жиілігі 30–40% дейін жетеді, ал бастапқы инфекция жағдайында бұл көрсеткіш жоғарылайды. Токсоплазмозда трансмиссия жиілігі жүктілік мерзімі артқан сайын өседі: I триместрде шамамен 10–15%, ал III триместрде 60–80% дейін жетеді, бірақ ерте кезеңде зақымданудың ауырлығы айқын болады. Қызамық инфекциясы I триместрде жүкқан жағдайда туа біткен ақаулардың даму қаупі 80–90% дейін жетеді, бұл оның жоғары тератогендік потенциалын көрсетеді [6].

Перинаталдық нәтижелерді талдау TORCH-инфекциялардың жатыршілік дамудың тежелуі (ЖІДТ), шала туу және төмен салмақпен туылу жиілігінің артуымен тығыз байланысты екенін көрсетті. ЖІДТ 10–25% жағдайда тіркеледі, ал төмен салмақпен (2500 г төмен) туылған балалардың үлесі 15–30% дейін жетеді. Сонымен қатар, шала туу қаупі 1,5–2 есе жоғарылайды. Бұл өзгерістер фетоплацентарлық жеткіліксіздік, плацентаның қабынулық зақымдануы және микроциркуляцияның бұзылуымен түсіндіріледі [7].

Патогенетикалық тұрғыдан TORCH-инфекциялар жүйелі қабыну реакциясын индукциялап, интерлейкиндер (IL-6, IL-1 $\beta$ ) және ісік некроз факторы- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) деңгейінің жоғарылауына әкеледі. Бұл өз кезегінде плацентарлық тосқауылдың өткізгіштігін арттырып, ұрықтың (баланың) тікелей зақымдануына, сондай-ақ гипоксия мен метаболикалық бұзылыстарға себеп болады. Сонымен қатар, эндотелиальды дисфункция және тромботикалық өзгерістер плацентарлық қан айналымының бұзылуына әкеледі [8].

Балалардың жағдайын бағалау TORCH-инфекциялардың неонаталдық және ұзақ мерзімді неврологиялық салдарлармен тығыз байланысты екенін көрсетті. Жаңа туған нәрестелерде жиі анықталатын патологиялық көріністерге мыналар жатады:

- орталық жүйке жүйесінің зақымдануы (микроцефалия, гидроцефалия),
- интракраниалдық кальцификациялар,
- хориоретинит және көру бұзылыстары,
- сенсоневралды есту қабілетінің төмендеуі,
- гепатоспленомегалия және сарғаю.

Цитомегаловирус инфекциясы балалардағы туа біткен сенсоневралды есту қабілетінің жоғалуының жетекші себептерінің бірі болып табылады. Клиникалық деректерге сәйкес, симптомды туа біткен инфекциясы бар балалардың 40–60%-ында ұзақ мерзімді неврологиялық бұзылыстар дамиды, ал симптомсыз туылғандардың 10–15%-ында кейінгі кезеңде есту немесе когнитивті бұзылыстар пайда болуы мүмкін [9].

Неврологиялық даму тұрғысынан TORCH-инфекциялар ми құрылымдарының зақымдануына әкеліп, когнитивті функциялардың

төмендеуіне, моторлық дамудың тежелуіне, эпилепсиялық синдромдардың қалыптасуына және церебралды сал ауруының дамуына себеп болуы мүмкін. Бұл әсерлер әсіресе жүктіліктің ерте кезеңінде жұққан инфекциялар үшін тән [10].

Емдеу нәтижелерін талдау TORCH-инфекцияларды ерте диагностикалау мен уақтылы этиотропты терапия жүргізудің клиникалық тиімділігін көрсетті. Токсоплазмоз кезінде антипаразитарлық ем (спирамицин немесе пириметамин-сульфадиазин комбинациясы) вертикальды берілу қаупін төмендетеді. Герпес инфекциясында вирусқа қарсы терапия (ацикловир) неонаталдық асқынулардың жиілігін азайтады. Сонымен қатар, жүкті әйелдерді динамикалық бақылау және ультрадыбыстық мониторинг перинаталдық асқынуларды ерте анықтауға мүмкіндік береді [11].

Ем нәтижесінде балалардың жағдайы инфекцияның ауырлығына және терапияның уақтылы жүргізілуіне тәуелді. Ерте кезеңде анықталып, дұрыс емделген жағдайларда ауыр туа біткен ақаулардың жиілігі айтарлықтай төмендейді. Дегенмен, кеш диагностикаланған немесе ауыр ағымдағы инфекциялар кезінде балаларда ұзақ мерзімді неврологиялық және сенсорлық бұзылыстардың даму қаупі сақталады [12].

Осылайша, алынған нәтижелер TORCH-инфекциялардың жүкті әйелдер мен балалардың жағдайына айқын теріс әсер ететінін және олардың перинаталдық нәтижелерге ықпалы жоғары екенін көрсетеді. Ең жоғары қауіп жүктіліктің ерте кезеңінде инфекция жұққан жағдайда байқалады, ал қолайлы нәтижелер ерте диагностика, дәлелді емдеу тактикасы және кешенді медициналық бақылау арқылы қамтамасыз етіледі [13].

**Талқылау.** Жүргізілген талдау нәтижелері TORCH-инфекциялардың жүкті әйелдер мен балалардың жағдайына айқын әсер ететінін және олардың перинаталдық нәтижелердегі рөлінің жоғары екенін көрсетеді. Алынған деректер заманауи әдебиеттердегі нәтижелермен сәйкес келеді және инфекциялық факторлардың фетоплацентарлық жүйеге тікелей және жанама әсер ету арқылы асқынулардың дамуына әкелетінін растайды [14].

TORCH-инфекциялардың патогенезінде жетекші рөлді жүйелі қабыну реакциясы атқарады. Провоспалительный цитокиндердің (IL-6, TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ ) жоғарылауы плацентарлық тосқауылдың өткізгіштігін арттырып, инфекциялық агенттердің балаға өтуін жеңілдетеді. Сонымен қатар, қабыну медиаторлары простагландиндердің синтезін күшейтіп, жатырдың жиырылу белсенділігін арттырады, бұл өз кезегінде шала туу қаупін жоғарылатады. Бұл механизмдер қазіргі ғылыми деректермен толық дәлелденген және жүктілік кезіндегі инфекциялық асқынулардың негізгі патофизиологиялық негізін құрайды [15].

Инфекцияның жүктілік мерзіміне тәуелді әсері де маңызды клиникалық мәнге ие. Жүктіліктің I триместрінде TORCH-инфекциялар эмбриогенездің бұзылуына және ауыр туа біткен ақаулардың қалыптасуына алып келеді. Ал II–III триместрлерде инфекция көбінесе функционалдық бұзылыстармен, плацентарлық жеткіліксіздікпен және шала туу қаупінің артуымен көрінеді. Бұл деректер инфекцияның әсері уақыт факторына тәуелді екенін және әрбір кезеңде әртүрлі клиникалық салдарлар туындайтынын көрсетеді [16].

Балалардың жағдайына қатысты алынған нәтижелер TORCH-инфекциялардың ұзақ мерзімді салдарларының маңыздылығын көрсетеді. Әсіресе цитомегаловирус инфекциясы балалардағы сенсоневралды есту қабілетінің жоғалуының негізгі себептерінің бірі ретінде қарастырылады. Сонымен қатар, орталық жүйке жүйесінің зақымдануы, когнитивті дамудың тежелуі және моторлық бұзылыстар сияқты асқынулар балалардың өмір сапасына ұзақ уақыт әсер етеді. Бұл TORCH-инфекцияларды тек перинаталдық кезеңмен шектелмей, ұзақ мерзімді медициналық және әлеуметтік мәселе ретінде қарастыру қажеттігін көрсетеді [17].

Емдеу нәтижелерін талдау ерте диагностика мен уақтылы терапияның шешуші рөл атқаратынын көрсетті. Этиотропты емнің тиімділігі инфекцияның түріне және жүктілік мерзіміне байланысты өзгергенімен, жалпы алғанда, дұрыс таңдалған терапия вертикальды берілу қаупін төмендетіп, ауыр асқынулардың алдын алуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жүкті әйелдерді динамикалық бақылау, ультрадыбыстық және зертханалық мониторинг перинаталдық нәтижелерді жақсартуда маңызды орын алады [18].

Сонымен бірге, зерттеулердің белгілі бір шектеулері бар екенін атап өткен жөн. Әртүрлі зерттеулердегі диагностикалық критерийлердің айырмашылығы, популяциялық ерекшеліктер және бақылау мерзімінің әркелкілігі алынған нәтижелердің біркелкі интерпретациясын қиындатады. Сонымен қатар, кейбір TORCH-инфекциялардың субклиникалық ағымы олардың уақытылы анықталуын шектейді, бұл нақты таралу жиілігін бағалауды қиындатады [19].

Жалпы алғанда, алынған нәтижелер TORCH-инфекцияларды басқаруда мультидисциплинарлық тәсілдің қажеттілігін көрсетеді. Акушер-гинекологтар, инфекционистер және неонатологтардың бірлескен жұмысы ерте диагностика, дұрыс емдеу тактикасын таңдау және перинаталдық асқынулардың алдын алу үшін маңызды. Заманауи клиникалық практикада TORCH-инфекцияларды скринингтеу, қауіп топтарын анықтау және жүктілікті жеке-дара жүргізу негізгі бағыттардың бірі болуы тиіс.

### **ҚОРЫТЫНДЫ**

TORCH-инфекциялар жүкті әйелдерде жүктіліктің асқынған ағымына және перинаталдық нәтижелердің нашарлауына әкелетін маңызды факторлардың бірі болып табылады. Олар жатыршілік дамудың тежелуі, шала туу, төмен салмақпен туылу және балалардағы неврологиялық және сенсорлық бұзылыстардың даму қаупін айтарлықтай арттырады.

Аурудың патогенезінде жүйелі қабыну реакциясы мен фетоплацентарлық кешеннің зақымдануы негізгі рөл атқарады. Инфекцияның жүктілік мерзіміне байланысты әсері әртүрлі клиникалық салдарларға алып келеді, бұл оның диагностикасы мен емдеу тактикасын таңдауда ерекше маңызға ие.

Ерте зерттеу, дәлелді емдеу және жүкті әйелдерді кешенді медициналық бақылау TORCH-инфекциялармен байланысты асқынулардың алдын алуда шешуші мәнге ие. Осыған байланысты мультидисциплинарлық, жеке-дараланған тәсіл перинаталдық нәтижелерді жақсартудың негізгі шарты болып табылады.

**Әдебиеттер тізімі:**

1. Patel N, et al. TORCH (Toxoplasmosis, Other, Rubella, Cytomegalovirus, Herpes simplex) infections in pregnancy. *Cureus*. 2024;16(1):e10834030.
2. Patel N, et al. TORCH infections and congenital anomalies: clinical implications. *Cureus*. 2024;16(2):e38304637.
3. Jaan A, et al. TORCH Complex. *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
4. Parums DV. TORCH infections and emerging congenital infections. *Med Sci Monit*. 2024;30:e11600638.
5. Gopalakrishnan R, et al. Shining a light on TORCH infections in pregnancy. *Clin Infect Dis*. 2023;76(1):S45–S52.
6. Fitzpatrick D, et al. Maternal TORCH serology in pregnancy: systematic review. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2022;59(4):483–492.
7. Wade CA, et al. Clinical utility of TORCH screening in pregnancy. *Aust N Z J Obstet Gynaecol*. 2024;64(2):245–252.
8. Pavia G, et al. Seroprevalence of TORCH infections in women of childbearing age. *J Infect Public Health*. 2024;17(10):102537.
9. Zhang Y, et al. TORCH screening and prenatal risk assessment. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2025;25:1084.
10. Zubair A, et al. Association of TORCH pathogens with pregnancy outcomes. *Microbiol Open*. 2025;14:e70075.
11. Alrikaby N, et al. TORCH infection during pregnancy: comprehensive review. *J Sci*. 2025.
12. de Vries LS, et al. Viral infections and neonatal brain injury. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2019;24(3):101043.
13. Chung MH, et al. TORCH infections and neonatal outcomes. *Clin Exp Pediatr*. 2018;61(7):230–238.
14. Kamel HM, et al. Role of TORCH infection in pregnancy complications. *Egypt J Hosp Med*. 2024;95(2):377674.
15. San Martín-González N, et al. Congenital infections and neurodevelopmental outcomes. *Neurosci Biobehav Rev*. 2023;146:105045.
16. Rumfelt KE, et al. Maternal infections and fetal outcomes. *J Clin Med*. 2025;14(5):1210.
17. Zhang Y, et al. TORCH prevalence and maternal risk factors. *Saudi Med J*. 2020;41(7):757–762.
18. Saajan AM, et al. TORCH antibodies in pregnant women and newborns. *East Afr Health Res J*. 2017;1(2):95–104.
19. Pavia G, et al. TORCH infections: epidemiology and screening strategies. *J Infect Public Health*. 2024;17:102537.

## ВПРОВАДЖЕННЯ СТРАТЕГІЇ ПРИСКОРЕНОГО ВІДНОВЛЕННЯ (ERAS) У ПРАКТИКУ ГІНЕКОЛОГІЧНОГО ВІДДІЛЕННЯ: КЛІНІКО- ОРГАНІЗАЦІЙНІ АСПЕКТИ

**Капустник Наталія Володимирівна**

к.ю.н., доцент,  
професор кафедри акушерства та гінекології №1,  
Харківський національний медичний університет,  
завідувачка гінекологічним відділенням КНП ХОР  
«ОКПЦ»

**Актуальність теми.** Останні роки оперативна гінекологія зазнає суттєвих змін, що пов'язані не лише з удосконаленням хірургічних технологій та активним впровадженням малоінвазивних втручань, але й із переглядом підходів до періопераційного ведення пацієнток. У цьому контексті особливого значення набуває концепція прискореного відновлення після хірургічних втручань — ERAS (Enhanced Recovery After Surgery), яка довела свою ефективність у різних галузях хірургії [1; 2; 6].

Застосування протоколів ERAS спрямоване на мінімізацію операційного стресу, оптимізацію метаболічної відповіді організму та скорочення тривалості госпіталізації [2; 3]. Попри наявність чітко сформульованих міжнародних рекомендацій, їх впровадження у вітчизняну клінічну практику супроводжується певними труднощами, що зумовлює необхідність оцінки не лише клінічної, а й організаційної ефективності таких підходів [4].

Традиційні методи періопераційного супроводу, які передбачають тривале голодування, механічну підготовку кишківника та надмірну інфузійну терапію, нерідко призводять до посилення хірургічного стресу, уповільнення відновлення функцій шлунково-кишкового тракту та подовження термінів стаціонарного лікування [3; 5]. У зв'язку з цим актуальним є впровадження сучасних, доказово обґрунтованих підходів до ведення пацієнток у післяопераційному періоді.

**Мета дослідження** — оцінити клінічну ефективність, безпеку та організаційні переваги впровадження мультимодальної стратегії ERAS у пацієнток гінекологічного профілю при проведенні планових лапароскопічних втручань.

**Матеріали та методи.** Дослідження проведено на базі гінекологічного відділення з аналізом результатів лікування пацієнток, яким виконувалися планові лапароскопічні втручання. У рамках дослідження застосовувалися ключові компоненти протоколу ERAS.

Преопераційний етап передбачав інформування пацієнток, скорочення періоду передопераційного голодування та застосування перорального вуглеводного навантаження за 2–3 години до операції, а також відмову від

рутинного використання опіоїдів у премедикації, що відповідає сучасним рекомендаціям ERAS [1; 2].

Інтраопераційний етап включав використання мультимодальної аналгезії, обмеження інфузійного навантаження та підтримання нормотермії, що спрямовано на зниження метаболічної відповіді на хірургічний стрес [2; 3].

Післяопераційний етап передбачав ранню мобілізацію пацієнток (у перші 3–4 години після операції), стимуляцію раннього ентерального харчування та відмову від рутинного використання дренажів, що відповідає принципам ERAS [3; 5].

**Результати дослідження та їх обговорення.** Проведений аналіз продемонстрував суттєві переваги мультимодального підходу порівняно з традиційною тактикою ведення пацієнток.

Зокрема, рання мобілізація та відмова від тривалого голодування сприяли більш швидкому відновленню моторики кишечника — в середньому на 10–12 годин раніше, ніж у групі стандартного лікування [3;5]. Використання мультимодальної аналгезії (парацетамол, нестероїдні протизапальні засоби, локальна анестезія) дозволило знизити потребу в опіоїдних анальгетиках до 60–70%, що супроводжувалося зменшенням частоти побічних ефектів, таких як нудота та седація [2].

Скорочення тривалості госпіталізації є одним із найбільш показових результатів: середній ліжко-день зменшився з 4,0–4,5 до 1,5–2,0 днів, що узгоджується з даними міжнародних досліджень [3; 5]. Крім того, оптимізація медикаментозної терапії та скорочення перебування у стаціонарі сприяли зниженню витрат на лікування на 20–30%, що підтверджує економічну доцільність впровадження протоколу ERAS [4].

Отримані результати свідчать про те, що ERAS є не лише клінічно ефективною, але й організаційно доцільною моделлю ведення пацієнток.

Впровадження стратегії ERAS у практику гінекологічного відділення потребує комплексного мультидисциплінарного підходу, який передбачає тісну взаємодію хірургів, анестезіологів та середнього медичного персоналу. Важливим організаційним аспектом є стандартизація клінічних протоколів, чітке дотримання етапності лікування та проведення системного навчання медичного персоналу [4].

Наші результати загалом узгоджуються з даними сучасних міжнародних досліджень, які підтверджують, що застосування протоколів ERAS дозволяє зменшити частоту післяопераційних ускладнень, скоротити тривалість госпіталізації та покращити результати лікування [1; 2; 3].

На нашу думку, ключовим фактором ефективності протоколу ERAS є не окремі його компоненти, а їх системне поєднання у межах єдиного клінічного алгоритму. Водночас слід зазначити, що не всі елементи протоколу однаково легко впроваджуються у практику, що пов'язано з організаційними обмеженнями та необхідністю адаптації до локальних умов.

Окрему увагу слід приділити ранній мобілізації пацієнток та відновленню ентерального харчування, що сприяє більш швидкому відновленню функцій

шлунково-кишкового тракту та зменшенню ризику післяопераційних ускладнень, зокрема парезу кишечника [3;5], включаючи інфекційні ускладнення, профілактика яких є важливим компонентом сучасних періопераційних протоколів [7].

Разом із тим дослідження має певні обмеження. Зокрема, воно проводилося на базі одного лікувального закладу, що може обмежувати можливість екстраполяції отриманих результатів. Крім того, відсутність довгострокового спостереження не дозволяє повною мірою оцінити віддалені результати застосування протоколу ERAS. У подальших дослідженнях доцільним є розширення вибірки, адаптація міжнародних рекомендацій до специфіки конкретного лікувального закладу та залучення багатопрофільних центрів, що підтверджується й даними вітчизняних досліджень [8].

#### **Висновки.**

1. Впровадження протоколу ERAS у гінекологічному стаціонарі є ефективним інструментом оптимізації лікувального процесу.

2. Мультимодальний підхід дозволяє зменшити операційний стрес та прискорити відновлення пацієнок.

3. Скорочення тривалості госпіталізації забезпечує значний економічний ефект.

4. Ключовим фактором успішного впровадження ERAS є мультидисциплінарна взаємодія та стандартизація процесів.

5. Протокол ERAS доцільно розглядати як сучасний стандарт ведення пацієнок у оперативній гінекології.

#### **Список використаних джерел:**

1. Nelson G., Altman A. D., Nick A. et al. Guidelines for pre- and intraoperative care in gynecologic oncology: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society recommendations // *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. – 2023. – Vol. 228, No. 2. – P. 128–144. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2022.10.001>

2. Kalogera E., Dowdy S. C. Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) in Gynecology: A Review // *Obstetrics & Gynecology*. – 2024. – Vol. 143, No. 1. – P. 89–102. DOI: <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000005452>

3. Bisch S. P., Nelson G. Outcomes of enhanced recovery after surgery (ERAS) in gynecologic oncology: a review // *Current Oncology*. – 2022. – Vol. 29, No. 3. – P. 1869–1880. DOI: <https://doi.org/10.3390/currncol29030150>

4. Jenkins E. S., Crooks R., Sauro K., Nelson G. Enhanced recovery after surgery (ERAS) guided gynecologic oncology surgery: the patient's perspective // *Gynecologic Oncology Reports*. – 2024. – Vol. 50. – Article 101356. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gore.2024.101356>

5. Wijk L., Franzen K., Ljungqvist O., Nilsson K. Implementing a structured Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) protocol reduces length of stay after abdominal hysterectomy // *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*. – 2014. – Vol. 93, No. 8. – P. 749–756. DOI: <https://doi.org/10.1111/aogs.12428>

6. Ljungqvist O., Scott M., Fearon K. C. H. Enhanced Recovery After Surgery: A Review // *JAMA Surgery*. – 2017. – Vol. 152, No. 3. – P. 292–298. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2016.4952>
7. Petousis S., Angelou P., Almeris A. S., Laganà A. S. et al. Prophylactic antibiotics before gynecologic surgery: a comprehensive review of guidelines // *Journal of Personalized Medicine*. – 2024. – Vol. 14, No. 2. DOI: <https://doi.org/10.3390/jpm14020123>
8. Марічереда В. Г., Бусел С. В. Реабілітація в оперативній гінекології: досвід Університетської клініки // *Одеський медичний журнал*. – 2025. – № 4 (195). – С. 69–72.

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОДЕГРАДУЮЧИХ ПОЛІМЕРІВ ДЛЯ ЗАПОЛНЕННЯ КІСТКОВИХ ДЕФЕКТІВ ПРИ БОЙОВІЙ ТРАВМІ

**Павлов Олексій Дмитрович**

к.мед.н., асистент,  
Кафедра травматології та ортопедії, фізичної та реабілітаційної медицини,  
Харківський національний медичний університет

**Павлова Олена Олексіївна**

д.мед.н, професор,  
Кафедра загальної та клінічної патологічної фізіології імені Д.О.Альперна  
Харківський національний медичний університет

Унаслідок воєнного конфлікту в Україні значно зросла частота тяжких травм опорно-рухового апарату, зокрема вогнепальних переломів, що супроводжуються значними дефектами кісткової тканини та потребують складних реконструктивних втручань. За даними сучасних клінічних спостережень, бойові травми становлять значну частку ушкоджень кінцівок, а більшість поранених мають вогнепальні переломи зі складними дефектами кістки. Саме такі переломи належать до найтяжчих травматичних ушкоджень опорно-рухового апарату та характеризуються складними морфологічними й функціональними порушеннями кісткової та м'якотканинної структури. Через високоенергетичний характер травми зумовлює масивну деструкцію кісткової тканини, ушкодження м'яких тканин, судин і нервових структур, а також формування значних кісткових дефектів. Крім того, для таких травм характерні контамінація рани мікроорганізмами, порушення мікроциркуляції та розвиток локальної ішемії. Сукупність цих факторів суттєво ускладнює перебіг репаративного остеогенезу та часто призводить до затримки консолідації переломів, формування несправжніх суглобів або розвитку остеомієліту [1,2].

**Мета дослідження.** Метою даної роботи є аналіз сучасних літературних даних щодо обґрунтування перспектив використання для остеосинтезу накісткових пластин, виготовлених за допомогою технології 3D-друку з композитного матеріалу на основі полілактиду (PLA).

**Матеріали та методи.** Робота ґрунтується на аналізі результатів сучасних наукових досліджень, опублікованих у наукових статтях і спеціалізованих виданнях, присвячених дослідженню механізмів регенерації кісткової тканини при бойовій травмі, а також можливості застосування біодеградованих полімерних композитів і технологій адитивного виробництва у реконструктивній травматології та регенеративній медицині.

Першим етапом регенерації кісткової тканини є запальна фаза, яка розпочинається безпосередньо після травми. У місці перелому формується гематома, складові якої (клітинні елементи, фібрин та ін.) виконують роль

тимчасового біологічного матриксу для клітин, що беруть участь у процесах репарації. У цей період відбувається активація лейкоцитів і тромбоцитів, які продукують цитокіни (IL-1, IL-6, TNF- $\alpha$ ) та фактори росту (PDGF, TGF- $\beta$ , VEGF), що стимулюють міграцію мезенхімальних стовбурових клітин, проліферацію фібробластів, ангіогенез і формування первинного регенерату, що забезпечує подальше відновлення структури кістки через утворення м'якого мозоля (складається з фіброзної та хрящової тканини) і забезпечує первинну стабілізацію кісткових уламків. Надалі відбувається процес енхондральної осифікації перебудовується у ламелярну кісткову тканину з відновленням нормальної архітекtonіки кістки. [3, 4, 5].

Значне ушкодження м'яких тканин внаслідок бойової травми, порушення кровопостачання, інфекційна контамінація рани та втрата фрагментів кісткової тканини призводять до формування великих кісткових дефектів і порушення нормального перебігу репаративного остеогенезу. У таких умовах зростає ризик затримки консолідації перелому, формування несправжніх суглобів та розвитку посттравматичного остеомієліту [2,5].

Традиційні методи реконструкції кісткових дефектів, зокрема аутотрансплантація або застосування металевих імплантатів, які сьогодні залишаються «золотим стандартом» лікування, мають низку суттєвих обмежень. Серед них — обмежена кількість донорської кісткової тканини, ризик інфекційних ускладнень, необхідність повторних хірургічних втручань для видалення імплантатів, а також висока вартість лікування та тривала реабілітація пацієнтів. У зв'язку з цим, значний науковий інтерес викликає розроблення нових біоматеріалів для регенеративної медицини, здатних ефективно замінювати дефекти кісткової тканини і стимулювати процеси регенерації.

Одним із перспективних напрямів сучасної ортопедії і травматології є використання біодеградованих полімерів та їх композитів для створення остеокондуктивних каркасів (scaffolds). Зокрема, полілактид (PLA), полігліколід (PGA) та їх композитні матеріали з біокераміками, такими як гідроксиапатит (HA) і  $\beta$ -трикальційфосфат ( $\beta$ -TCP), широко досліджуються як матриці для регенерації кісткової тканини. Такі композитні структури поєднують механічну міцність полімерів із біоактивними властивостями кальційфосфатних матеріалів, що сприяє адгезії клітин, їх проліферації та диференціації, а також стимулює формування нової кісткової тканини.

Сучасними експериментальними дослідженнями показано, що біодеградовані полімерні каркаси на основі PLA з додаванням кальційфосфатних компонентів, зокрема зокрема гідроксиапатитом (HA) і  $\beta$ -трикальційфосфатом ( $\beta$ -TCP), за своїм хімічним складом наближені до мінерального складу кісткової тканини. Композити PLA/HA та PLA/TCP демонструють значний потенціал для застосування у регенеративній медицині завдяки вираженим остеокондуктивним властивостям, сприяють адгезії клітин, їх проліферації та диференціації, а також стимулюють формування нової кісткової тканини [7–9]. Слід зазначити, що розвиток технологій адитивного виробництва, зокрема 3D-друку, дозволяє створювати персоналізовані імплантати зі складною пористою архітектурою, які

відтворюють мікроструктуру кісткової тканини забезпечують оптимальну остеокондуктивність та сприяють покращенню процесів остеоінтеграції [10].

Разом із тим, попри значний прогрес у розробленні біодеградуваних матеріалів для регенерації кісткової тканини, проблема ефективного відновлення великих дефектів кістки при складних переломах залишається недостатньо вирішеною. Більшість існуючих досліджень зосереджені на експериментальних моделях або застосуванні окремих біоматеріалів, тоді як оптимальні композиційні структури, що поєднують біосумісність полімерів із остеоіндуктивними властивостями кальційфосфатних матеріалів, потребують подальшого вивчення. У цьому контексті перспективним напрямом є розроблення нових композитних матеріалів на основі PLA з додаванням HA і TCP для створення персоналізованих імплантатів, здатних забезпечити механічну підтримку дефекту, стимулювати остеогенез та покращити процеси регенерації кісткової тканини. Саме це визначає актуальність та практичну значущість даного напрямку сучасної травматології, ортопедії та регенеративної медицини.

### Список літератури

1. Baum GR, Teichman R, Baumgartner J. Gunshot wounds: ballistics, pathology and treatment recommendations. *Cureus*. 2022;14(8):e29469. doi:10.7759/cureus.29469.
2. Rodionov A, Dudchenko M, Hrinchenko O, et al. Surgical treatment of gunshot bone defects of extremities. *Orthop Traumatol Prosthet*. 2024;1:45–52.
3. Pape HC, Marcucio R, Humphrey C. Inflammation and fracture healing. *J Orthop Trauma*. 2023;37(Suppl 1):S9–S12. doi:10.1097/BOT.0000000000002493.
4. Einhorn TA, Gerstenfeld LC. Fracture healing mechanisms. *Nat Rev Rheumatol*. 2023;19(7):407–418. doi:10.1038/s41584-023-00927-8.
5. Stewart SK. Fracture non-union: pathophysiology and treatment strategies. *J Orthop Res*. 2022;40(7):1517–1526. doi:10.1002/jor.25264.
6. Hussain M, Khan SM, Shafiq M, Abbas N. PLA-based biodegradable materials for biomedical applications. *Results Eng*. 2024;22:101988. doi:10.1016/j.rineng.2024.101988.
7. Omigbodun FT, Omoniyi KI, Akinlabi ET, et al. PLA/hydroxyapatite composites for bone regeneration. *J Biomater Appl*. 2024;39(2):234–248. doi:10.1177/07316844241278045.
8. Aoki K, Nakamura T, Suzuki Y, et al. Calcium phosphate scaffolds in bone regeneration. *Bioengineering (Basel)*. 2024;11(2):180. doi:10.3390/bioengineering11020180.
9. Du W, Guo X, Zheng Q, et al. Development of a biodegradable  $\alpha$ -TCP/PLA/nMgO composite for enhanced guided bone regeneration. *Sci Rep*. 2025;15:19675. doi:10.1038/s41598-025-03426-5.
10. Firoz A, Rahman MM, Kim H, et al. 3D-printed PLA scaffolds for bone tissue engineering. *J Mater Sci*. 2025;60(4):3105–3120. doi:10.1007/s42114-024-01084-1

## КОЛОРИСТИЧНИЙ КОМПОНЕНТ В ОНОМАСТИЧНОМУ ПРОСТОРИ КИЄВА

**Ляхно Наталія Валентинівна**

кандидат філологічних наук, доцент,  
доцент кафедри української мови

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка

Кольороназви є предметом численних мовознавчих студій українських та зарубіжних дослідників. Питання структури та еволюції колоративів як цілісної лексико-семантичної групи ґрунтовно аналізували І. Бабій [1], В. Горобець [2], О. Дзівак [3], А. Іншаков [4], А. Кириченко [5], А. Критенко [6], Л. Ставицька [7], М. Чикало [8] та ін. Лінгвокультурний потенціал цих лексем та їхню здатність транслювати культурні смисли висвітлено в працях І. Гуменюк [9], Т. Семашко [10], Г. Яворської [11] та ін. Вагоме значення для нашої роботи має праця Г. Зимовець [12], присвячена ролі назв кольору у формуванні українського ергонімікону. Попри значний науковий доробок, кольористика мовного простору Києва в єдності його топонімічних та ергонімічних вимірів досі не була об'єктом комплексного аналізу.

Мовний простір сучасного Києва – це складне переплетення історичної пам'яті та динамічного маркетингового сьогодення, де колір виступає одним із найбільш виразних семіотичних маркерів. Актуальність дослідження зумовлена потребою цілісного осмислення топонімікона та ергонімікона як важливих складників урбаністичного ландшафту столиці. Якщо топоніми зберігають колірний код минулих епох, відображаючи особливості природного рельєфу, архітектурної забудови та історичні етапи розвитку міста, то сучасні ергоніми активно використовують кольористику як інструмент ідентифікації та емоційного впливу на споживача. Такий підхід дає змогу простежити, як колір стає сполучною ланкою між традиційною географічною номінацією та креативним неймінгом бізнесу, формуючи своєрідний кольористичний образ мегаполіса.

Об'єктом дослідження є власні назви міста Києва (топоніми та ергоніми), що містять у своїй структурі кольороназви.

Мета роботи полягає у виявленні структурно-семантичних і прагматичних особливостей функціонування колоративів у топонімічній та ергонімічній системах столиці.

Київський ономастикон репрезентує історико-культурний розвиток міста через різні типи власних назв. Вагомим сегментом урбанонімії є годоніми, у складі яких колірний компонент фіксує історичні обставини формування локусу або його природні особливості. Наприклад, годонім *вул. Зелена* має описовий характер і пов'язаний із наявністю густої рослинності на цій території в минулому. Натомість назва *вул. Червона* історично корелює з характеристиками місцевості, зокрема кольором ґрунту або цегляної забудови. Годонім *вул. Золота* репрезентує символічну семантику кольору, що традиційно асоціюється з

багатством і цінністю, водночас перегукуючись із історичною традицією найменування *Золоті ворота*.

У сучасному ономастичному просторі міста колористична лексика активно функціонує також у назвах вул. *Рожева*, пров. *Рожевий*, а також в ергонімі садове товариство «*Рожева троянда*», де вона виконує роль образного маркера номінації та підсилює експресивність номінації. Подібну закономірність спостерігаємо і в інших урбанонімах, зокрема у назві станції метро «*Червоний хутір*», а також у топонімах парк «*Веселка*» та *Золотоворітський сквер*, де колористичний елемент підкреслює історико-культурну значущість відповідних об'єктів.

Особливе місце посідає урбанонім *просп. Червоної Калини*, у якому колірна ознака поєднується з фітоморфним символом, утворюючи виразний лінгвокультурний образ, що виходить за межі простого опису кольору ягоди.

Колористична палітра виразно представлена і в хоронімах – назвах історичних місцевостей. Зокрема, *Біла Діброва* відображає природну специфіку ландшафту, зафіксовану в народній традиції номінації.

Архаїчний пласт колористики зберігає гідронімія. Літописна річка *Золоча* (*Золотча*) імовірно отримала назву через відтінок піску на берегах. Подібний принцип візуального опису фіксуємо в назвах київських озер: *Біле*, *Синє* (*Синяк*), *Голубе* та *Веселка*. Озеро *Срібний Кіл* на Позняках демонструє іншу модель: попри колористичну конотацію, компонент «кіл» має тюркське походження, що свідчить про багатошаровість мовного простору міста.

Сучасний ергонімікон Києва ілюструє перехід кольору з описової у прагматичну площину. У сфері індустрії краси колірний неймінг варіюється від традиційних україномовних номінацій – «*Біла борода*», «*Салатова цирюльня*», «*Зелене яблуко*» – до іншомовних ергонімів на кшталт «*The Saloon*» або «*Mr. Colt*». Вагому роль відіграють традиційні символічні кольороназви, закріплені за міжнародними та державними інституціями, зокрема «*Червоний Хрест*».

Особливу активність у комерційній номінації виявляють синій та жовтий спектри. Блакитний колір представлений в ергонімах «*БЛУ БЕРРІ*», «*Блакитна магістраль*», «*Блакитна парасолька*» та «*Блакитна затока*». Прикметник «жовтий» (англ. *yellow*) у київському бізнес-середовищі маркує різні типи об'єктів: «*Yellow*», «*DREAM yellow*», «*Yellow Key*», «*Жовті Сторінки України*» тощо. Символічне навантаження цього кольору актуалізується в діяльності організацій та проєктів «*Жовта стрічка*» та «*Жовто-Блакитний*» (*Yellow-Blue Foundation*).

Аналіз зібраного матеріалу дає змогу виокремити функціональні особливості кольороназв у різних сегментах ономастичного простору. У топонімії та гідронімії переважає номінативно-дескриптивна функція, де колір допомагає диференціювати об'єкти за їхніми фізичними ознаками. У назвах історичного центру (вул. *Золота*, *Золотоворітський сквер*) актуалізується меморіально-символічний потенціал. Натомість в ергоніміконах колір переходить у площину прагматики та атракції, виконуючи роль засобу привернення уваги й формування іміджу. Окремо варто відзначити ідентифікаційну функцію жовтого та

блакитного спектрів («Жовта стрічка», фонд «Жовто-Блакитний»), що виступають маркерами національної солідарності.

Структурні характеристики назв також демонструють помітну диференціацію. Топонімічна система Києва є консервативною: тут переважають прості атрибутивні моделі типу *прикметник + іменник*. Натомість комерційні найменування (ергонімів) відзначаються більшою варіативністю та інноваційністю. Для них характерні субстантивація прикметників (наприклад, «*Yellow*», *салон «Білий»*), використання гібридних композитів («*Green-Hub*») та активне залучення іншомовних компонентів, що підсилюють престижність і маркетингову привабливість бренду.

Отже, колористичний вимір мовного простору Києва демонструє еволюцію від природної дескрипції в топонімах до прагматичної символізації в ергонімах. Структурно це виявляється у переході від традиційних атрибутивних моделей до складніших гібридних форм і запозичень, що трансформує функцію кольору з описової на ідентифікаційну та атрактивну. Перспективи подальших досліджень убачаємо у вивченні впливу глобалізаційних процесів на трансформацію колірної картини світу мешканців сучасного мегаполіса.

### Список літератури

1. Бабій І. М. Семантико-естетична парадигма назв кольорів у сучасній українській мові (на матеріалі художньої прози ХХ ст.): монографія. Тернопіль : Осадца Ю. В., 2021. 238 с.
2. Горобець В. Й. Історія назв кольорів в українській мові. *Мовознавство*. 1994. № 4.
3. Дзівак О. М. Про систему назв кольорів у сучасній українській літературній мові. *Українське мовознавство*. 1995. Вип. 3. С. 25-31.
4. Іншаков А. Є. Теоретичні засади дослідження колірної лексики в мовознавстві. *Філологічні студії. Науковий вісник Криворізького державного педагогічного університету*. 2013. Вип. 9. С. 188–195.
5. Кириченко А. І. Структурно-семантична характеристика прикметників-кольороназв. *Вісник Житомирського державного університету*. 2008. № 42. С.138-142.
6. Крищенко А. П. Семантична структура назв кольорів в українській мові. *Мовознавство*. 1967. № 4. С. 97–112.
7. Ставицька Л. О. Колір у поетичній мові: семантико-стилістичний аспект. *Культура слова*. 1991. Вип. 40.
8. Чикало М. З історії назв кольорів в українській мові (XIV-XVIII століття). *Записки Наукового товариства імені Тараса Шевченка : Праці філол. секції*. Львів, 1997. С. 186–209.
9. Гуменюк І. І. Лінгвістичні та екстралінгвістичні дослідження номінації жовтого кольору (на матеріалі фразеології англійської та української мов). *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*. Житомир: ЖДУ імені Івана Франка, 2007. № 33. С. 194–197.

10. Семашко Т. Ф. Проблема визначення статусу кольоропозначень як лінгвістичних одиниць. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені МП Драгоманова. Серія 10 : Проблеми граматики і лексикології української мови.* 2011. № 7. С. 352–356.

11. Яворська Г. Мовні концепти кольору (до проблеми категоризації). *Мовознавство.* 1999. № 2, 3. С. 43–50.

12. Зимовець Г. В. Роль кольороназв у формуванні українського ергонімікону. *Українська мова.* 2018. № 2.

## РЕЛІГІЙНО-ФІЛОСОФСЬКА АНТРОПОЛОГІЯ ПАМФІЛА ЮРКЕВИЧА В КОНТЕКСТІ ФОРМУВАННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ДУМКИ МОДЕРНОЇ ДОБИ

**Алексєєнко Олена,**  
аспірантка кафедри філософії та релігієзнавства,  
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка (Україна)

**Вступ.** Релігійно-філософська спадщина Памфіла Юркевич посідає важливе місце у формуванні української інтелектуальної традиції модерної доби, зокрема у розробці проблеми людини як духовної істоти. Його антропологічна концепція постає як спроба подолання однобічності раціоналістичних підходів та обґрунтування цілісного бачення людської природи. Особливого значення у цьому контексті набуває вчення про «серце» як осередок духовного життя, що поєднує пізнавальні, моральні та релігійні виміри. Водночас філософ розвиває платонівську традицію розуміння істини як об'єктивної духовної реальності, доступ до якої здійснюється не лише через розум, але й через внутрішній досвід особистості.

**Актуальність дослідження** зумовлена необхідністю глибшого осмислення онтологічного статусу істини та ідей, а також етичного виміру антропології Юркевича у контексті розвитку української філософської думки. У цьому зв'язку особливу увагу приділено аналізу співвідношення віри і розуму, природи моральності та ролі свободи волі у структурі особистості. Такий підхід дозволяє розкрити цілісність філософської системи мислителя та визначити її значення для сучасного гуманітарного дискурсу.

**Методологія дослідження** ґрунтується на міждисциплінарному поєднанні релігієзнавчого, соціально-філософського та політико-правового підходів.

Застосування системного і інституційного аналізу дозволяє розкрити роль ВРЦІРО як суб'єкта міжконфесійної взаємодії та чинника суспільної консолідації. Використання порівняльного методу сприяє виявленню трансформацій державно-конфесійних відносин і впливу релігійного чинника на формування національної ідентичності.

Питання особливостей історичного шляху світової та вітчизняної філософсько-психологічної думки залишається надзвичайно актуальним для сучасних досліджень у галузі формування внутрішнього світу особистості як конгломерату «Я» людини. Попри вагомі здобутки, у контексті становлення світової науки все ще спостерігається значна прогалина у дослідженні надбань українських мислителів XIX століття, серед яких особливе місце посідає постать Памфіла Даниловича Юркевича (1826–1874). Його спадщина й сьогодні залишається малодослідженою сторінкою історії, хоча фундаментальний аналіз цієї царини у XX столітті був започаткований такими вченими, як Г. Челпанов, Д. Чижевський та Г. Костюк, а в сучасний період продовжується у розвідках В. Роменця, В. Горського, М. Ткачук та Ю. Завгороднього. З огляду на це, метою

даної роботи є дослідження історичних передумов становлення філософсько-психологічних знань у вітчизняній університетській традиції XIX століття та аналіз їхнього впливу на формування оригінальних ідей П. Юркевича як фундатора релігійно-антропологічної думки модернової доби. [8, с.118]

Академічна філософія в Україні другої половини XIX – початку XX століття не була однорідною; залежно від сприйняття західноєвропейських впливів сформувалося розмаїття напрямів, де найбільш впливовими постали позитивізм В. Лесевича, неокантіанство Г. Челпанова та В. Зеньковського, а також «філософія серця» П. Юркевича. Релігійна філософія православ'я, яскравим представником якої був Юркевич, володіє потужним гуманістичним потенціалом, оскільки вона зосереджена на проблемах внутрішнього світу та особистісного вдосконалення. У цій царині долаються антагонізми між науковим знанням і релігійним одкровенням, утверджуючи діалог між наукою та вірою. Філософські погляди Юркевича, що визначаються як телеологічний ідеалізм, базуються на переконанні, що Біблія є шляхом до істинного знання, а її вчення про серце — ключем до розуміння духовної суті людини. Найбільш плідним етапом у житті мислителя став київський період у стінах Духовної академії, коли були написані засадничі праці: «Ідея», «Серце і його значення у духовному житті людини згідно з ученням Слова Божого», «Матеріалізм та завдання філософії» та «Докази буття Божого». У цих роботах Юркевич виявляє колосальну ерудицію, виступаючи абсолютно самостійним філософом, чия концепція запропонувала нетиповий для епохи погляд на людину як на конкретну індивідуальність, де мислення не вичерпує повноти духу, а розум має лише значення «світла», тоді як «корінь» життя міститься в серці. [8, с.116]

У своїй концепції пізнання істини Памфіл Юркевич спирається на класичну історико-філософську традицію, в межах якої розрізняє дві принципово протилежні епістемологічні позиції. Перша з них обґрунтовує можливість осягнення істини людським духом і знаходить своє найповніше вираження у філософії Платона, зокрема в його вченні про розум як орган пізнання та про надчуттєвий світ ідей як сферу істинного буття. [3, с.36]

Друга позиція, навпаки, заперечує безпосередню доступність істини для пізнання, обмежуючи пізнавальні можливості людини сферою досвіду та загальнозначущих уявлень. Цей підхід репрезентований у критичній філософії Іммануїлом Кантом, яка принципово протистоїть платонівській традиції. Юркевич піддає кантівську гносеологію ґрунтовній критиці, вбачаючи в ній тенденцію до релятивізації істини та потенційну загрозу розвитку радикального скептицизму у філософському пізнанні.

У цьому теоретичному протистоянні Юркевич послідовно обстоює позиції платонізму. Його філософська система формується на основі платонівської метафізики, тоді як критичне осмислення спадщини Канта виступає методологічним засобом уточнення й концептуального загострення власних ідей мислителя.

Розвиваючи платонівську лінію у філософії, Памфіл Юркевич поділяє ключове положення вчення Платона про співвідношення ідей та чуттєвого світу.

Відповідно до цього підходу, конкретні речі постають лише як недосконалі, вторинні відображення ідеальних сутностей. Ідея, у свою чергу, мислиться як нормативна основа предмета, як те, чим він має бути у своїй істинній сутності, і саме вона містить у собі правду.

У цьому контексті істина набуває онтологічного статусу й не залежить від суб'єктивної діяльності мислення: вона не створюється і не конструюється, а існує об'єктивно. Мислення ж людини постає як спрямованість до осягнення цієї ідеї, як процес наближення до вічного та незмінного змісту істини, що має характер самосуцього «є».[4, с.262]

У своїй філософській концепції Памфіл Юркевич послідовно виступає проти абсолютизації розуму, притаманної новочасній філософії. Критично осмислюючи раціоналістичні тенденції, він наголошує на обмеженості раціонального пізнання як такого, що не вичерпує всієї повноти духовного досвіду людини. У цьому контексті мислитель обґрунтовує необхідність органічного поєднання віри та розуму як двох взаємодоповнювальних способів осягнення дійсності.

Віра, у розумінні Юркевича, не лише не суперечить розуму, але й розширює його пізнавальні горизонти, відкриваючи доступ до вищих, надчуттєвих істин, недосяжних для суто раціонального мислення. Такий підхід засвідчує прагнення філософа до цілісного розуміння людини, в якому раціональне й духовне перебувають у стані внутрішньої єдності.

Найбільш повно ці ідеї розкрито у його праці «Серце...» і його значення в духовному житті людини, де обґрунтовується центральна роль «серця» як осередку внутрішнього життя та духовного пізнання. Водночас важливі аспекти його гносеології та критики раціоналізму висвітлено у праці «Ідея», у якій мислитель розглядає природу ідеального, специфіку духовного пізнання та межі раціонального мислення.[5, с.32]

Таким чином, звернення до доробку Юркевича дозволяє глибше зрозуміти його прагнення подолати однобічність раціоналізму та обґрунтувати цілісну антропологічну модель, у якій гармонійно поєднуються розум, віра та внутрішній духовний досвід.

Не менш важливим є етичний вимір антропології Юркевича, який органічно впливає з його розуміння природи людини. Джерело моральності мислитель вбачає не у зовнішніх нормах чи соціальних приписах, а у внутрішньому духовному житті особистості. Мораль постає як вияв глибинної сутності людини, укоріненої в її духовній природі.

У цьому контексті особливого значення набувають категорії свободи волі та відповідальності. Свобода розглядається як фундаментальна здатність людини до самовизначення, що передбачає можливість вибору між добром і злом. Водночас вона невід'ємно пов'язана з відповідальністю, яка забезпечує моральну значущість людських вчинків. Таким чином, моральність у філософії Юркевича постає як результат внутрішнього духовного саморозвитку особистості, що орієнтується на об'єктивні істини та ідеали добра.

За Юркевичем людина починає жити в спільному, в племені, роді, «досконалість і слабкості цілого вона відносить до себе, ніби дух цього загального є її безпосередній дух. Спільне благо так близьке її серцю, що вона довго не може виділити з цієї ідеї представлення про свою приватну вигоду. Навіть предметам неодушевленої природи надає вона своє власне достоїнство, одушевлює їх, вкладає в них свою душу з її нуждами і співчуває їм». [9, с.250]

Отже, онтологічне розуміння істини та ідей у поєднанні з глибоким етичним виміром антропології дозволяє Юркевичу сформулювати цілісну філософську концепцію, в якій пізнання, духовність і моральність постають як взаємопов'язані аспекти людського буття.

Етико-соціальний вимір вчення Юркевича розгортається через концепцію християнського співжиття, неодмінною умовою якого мислитель вважав мир з ближніми. Цей зовнішній мир, на його переконання, вимагає від людини миру внутрішнього, що досягається через самоволодіння, перемогу над пристрастями та слухняність голосу власної совісті. У питанні співвідношення особистих і суспільних інтересів Юркевич зазначав, що доки людина переслідує власні цілі в межах справедливості, доти ці інтереси будуть поважатися нацією загалом, що і становить етичне підґрунтя законодавства освічених народів. Цей антропологічний підхід знайшов відображення і в педагогіці, де він сформулював закон розвитку вільної особистості, застерігаючи від формалізму, що виникає внаслідок абсолютизації раціонального начала. Ідеї Юркевича справили величезний вплив на майбутні покоління мислителів, зокрема на М. Бердяєва та С. Франка.

Наприклад, Микола Бердяєв будучи одним з найвидатніших філософів ХХ сторіччя, головною ідеєю свого життя і творчості вважав волю, як первинний зміст буття. Наукова спадщина Бердяєва належить до релігійного екзистенціалізму — філософії існування. Він започаткував такий філософський напрямок, як персоналізм. За визначенням персоналізму, особистість є первинною творчою реальністю, а весь світ — проявом творчої активності Бога.[7]

Світоглядні здобутки Памфіла Юркевича набули особливого значення у вітчизняній культурі саме тому, що вони органічно поєднали глибинну спорідненість із православною традицією та глибоке переосмислення світового досвіду філософування, утверджуючи пріоритет духовних цінностей у розвитку людини та суспільства.

**Висновки.** Релігійно-філософська антропологія Юркевича становить цілісну концепцію людини, в якій поєднуються раціональні, духовні та моральні аспекти. Його вчення про «серце», критика раціоналізму та обґрунтування об'єктивного характеру істини відіграли важливу роль у формуванні української філософської думки модерної доби. Значення його ідей полягає не лише в історичному вимірі, але й у їхній актуальності для сучасного філософського дискурсу.

### Бібліографія

1. Арістова А. П. Юркевич: релігія як духовне завдання людства. Спадщина Памфіла Юркевича: світовий і вітчизняний контекст. Зб. Наук. праць. К.: КМ Academia, 1995. С. 159–169.
2. Хайрулліна Ю.О. Світоглядна культура особистості людини в умовах перехідного суспільства: дис .. канд. з філос. наук: 09.00.03 . Київ, 2011. 145 с.
3. Тихолаз А. Г. Християнський платонізм Памфіла Юркевича. Спадщина Памфіла Юркевича: світовий і вітчизняний контекст. К.: ВД «КМ Academia», 1995. С. 31–53.
4. Юркевич П. Вибране. К.: Абрис, 1993. 416 с.
5. Кондратюк Л. Етичні пошуки Памфіла Юркевича. Наукові записки. Сер.: Історія. Тернопільський держ. пед. ун-т. Тернопіль : [б.в.], 1997. Вип.4. С. 314–323.
6. Бердяєв Микола Олександрович / В. Д. Білодід // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / редкол. : І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2003, оновл. 2016. – Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-39197>.
7. Т. Klepinina. Bibliographie des œuvres de Nicolas Berdiaev. Paris, 1978.
8. Шамсутдинова-Лебедюк Тетяна. Філософська спадщина Памфіла Юркевича. Українознавчий альманах. Випуск 34, 2023. С.116-122.
9. Юркевич П. Вибране / П. Д. Юркевич / В. Недашківський (пер. з рос.); А. Тихолаз (упоряд., передм. й прим.); В. Жмир (голов. ред.). – К.: Абрис, 1993. – 416 с.
10. Lomachinska I., Khrypko S., Binkivska K. Religious Studies Education as a Factor of Societal Religious Security in the Context of Russia's Hybrid War. SKHID. 2025. № 7. P.26 – 35 DOI: <https://skhid.kubg.edu.ua/article/view/333675/323040>
11. Ломачинська І. М., Алексеєнко О. В. Релігійна ідентичність як засіб маніпулювання в консцієнтальних війнах сучасності // Актуальні проблеми філософії та соціології. – 2023. – Вип. 43. – С. 53–58. – DOI:10.32782/apfs.v043.2023.9.

## INTEGRATION OF PHYSICAL AND TECHNICAL PREPARATION IN THE DEVELOPMENT OF YOUNG DANCESPORT ATHLETES

**Lysenko Albert,**

External PhD Candidate, Senior Lecturer  
Department of Dance Sports and Choreography  
Kharkiv State Academy of Physical Culture, Kharkiv, Ukraine

**Myshko Veronika,**

PhD in Sciences in Physical Education and Sports, Senior Lecturer  
Department of Art Disciplines  
Municipal Institution of Higher Education «Academy of Culture and Arts» of the  
Zakarpattia Regional Council

**Abstract.** DanceSport is an acyclic, complex coordination discipline where technical mastery is inseparable from physical preparation. For young athletes aged 10-11 at the stage of preliminary basic training, strength and coordination abilities are decisive for stability, partner synchronization, and effective acquisition of swing elements. The study aimed to analyze the role of physical preparation as the foundation for technical mastery in DanceSport athletes aged 10-11 during preliminary basic training (E-class level). The research included analysis of scientific and methodological literature, systematization of knowledge on strength and coordination development, and comparative examination of European program techniques (Topline, Drive Step, Pointing Step, pendulum and metronome swing). Physical preparation was identified as a multifactorial process ensuring stability, control of the center of mass, and smooth execution of motor structures. Swing technique was analyzed as a controlled combination of gravity and kinetic energy, with biomechanical and anatomical specifics influencing forward and backward movements. Posture and Topline formation were shown to integrate biomechanical logic with dance aesthetics, providing prerequisites for technical mastery. Integration of physical and technical preparation is essential for young DanceSport athletes. Strength and coordination not only enable effective acquisition of technical actions but are also refined through their execution, ensuring harmonious development and competitiveness in future stages of training.

**Keywords:** DanceSport; physical preparation; technical mastery; coordination abilities; Swing technique; Posture and Topline; biomechanics of movement; partner synchronization.

**Introduction.** Modern DanceSport belongs to acyclic, complex coordination sports, where technical mastery is formed on the basis of the integral interaction between physical and technical preparation. For young athletes aged 10-11 at the stage of preliminary basic training, it is particularly important to lay the foundation of future mastery through the development of fundamental motor abilities. Physical preparation

– both general and specialized – creates the conditions for effective acquisition of technical actions in the European program, such as Topline, Drive Step, Pointing Step, pendulum swing, and metronome swing.

The study of the role of physical preparation as the basis for the formation of technical mastery in young DanceSport athletes is a relevant task of modern sports pedagogy. It allows for the substantiation of methodological approaches to the training process aimed at integrating physical and technical components of preparation, thereby ensuring effective development of young DanceSport athletes and their future competitiveness.

**The purpose of the study was to determine** the specific features of sports training and to analyze the role of physical preparation as the foundation for improving technical mastery of DanceSport athletes aged 10-11 during the stage of preliminary basic training (complexity level “E” class).

**Materials and methods.** The study employed analysis and synthesis of scientific and methodological literature on sports and physical preparation in DanceSport; systematization of knowledge regarding the development of strength and coordination abilities as factors of technical mastery; examination and comparison of techniques for performing basic movements of the European program (Topline, Drive Step, Pointing Step, pendulum swing, and metronome swing).

**Research results and discussion.** Sport training in DanceSport is a multi-component process that includes physical, technical, tactical, psychological, and theoretical elements. Its purpose lies in forming the athlete’s holistic mastery, where each element interacts with the others. The peculiarity of DanceSport is the combination of high demands on physical qualities with artistic expressiveness of movement. Technical preparation cannot be effective without an adequate level of physical preparation, which ensures stability, control, and dynamics of movement.

Contemporary scientific and methodological literature emphasizes that the effectiveness of sports training is determined not only by the volume of training loads but also by their quality and purposefulness. Rob Sleamaker and Ray Browning highlight those excessive increases in training volume without systematic planning lead to overtraining, psychological burnout, and decreased performance. Therefore, the key principle of modern training is “smart training,” where intensive sessions are integrated into a well-designed program aimed at gradual improvement of athletes’ physical and psychological capacities (Sleamaker & Browning, 2007).

Physical preparation in DanceSport is traditionally divided into general (focused on the development of fundamental motor abilities) and specialized (targeted improvement of qualities necessary for a specific sport). It performs two key functions:

- 1) Establishes the foundation for mastering technical actions (stability, control of the center of mass, smoothness of movements).
- 2) Serves as a factor in improving technical mastery, ensuring the quality of complex motor structures.

One of the problematic issues of physical preparation in DanceSport is the necessity to develop athletes’ functional capacities in accordance with the laws of immediate and long-term adaptive reactions of the body. To develop power and

capacity of energy supply, strength capabilities, and endurance, it is necessary to apply means of general physical preparation and training regimes that consider both general and individual parameters of loads. Such means include cross-training, work on strength machines and ergometers, bodyweight exercises, and sports games. These methods allow for rapid and effective development of physical qualities and motor abilities, increasing the power and capacity of athletes' energy systems. This is regarded as motor and functional potential, which serves as the condition for specialized intensification of the training process (Khom'iachenko & Soronovych, 2022).

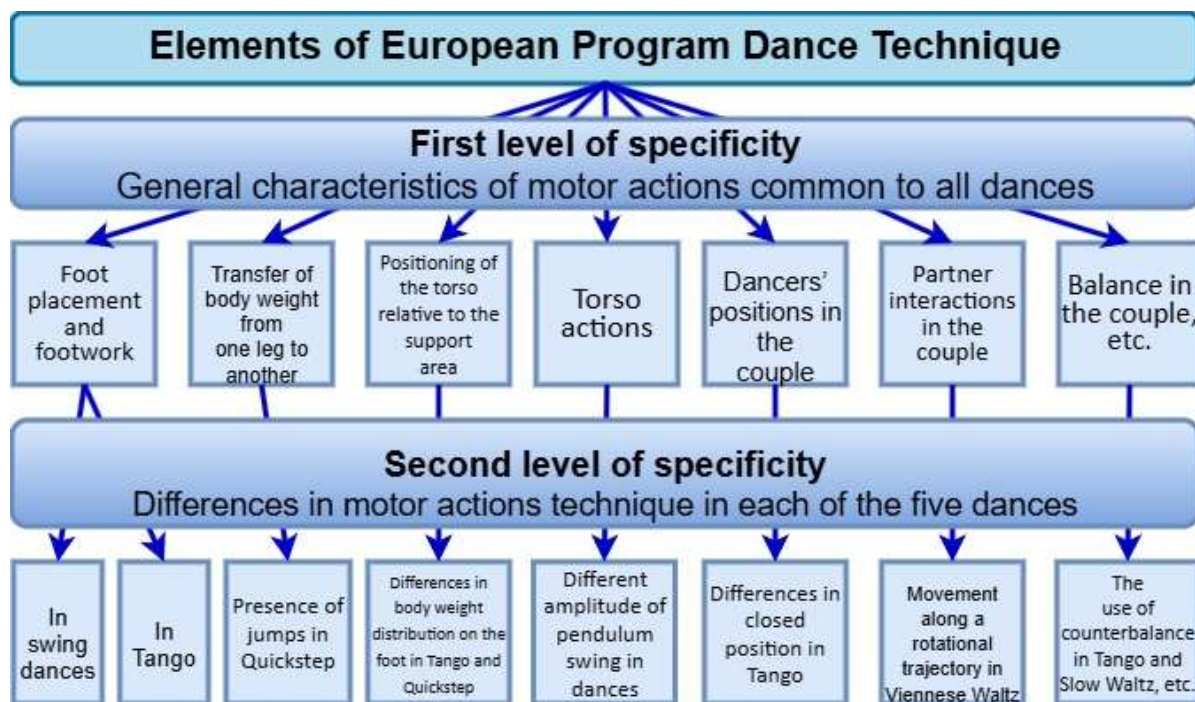
Unlike cyclic sports, DanceSport is characterized by diversity of motor structures, constant changes in rhythm and direction of movement, and high demands on partner coordination. In this context, physical preparation becomes a key factor enabling athletes to effectively master technical actions and achieve high levels of mastery. Accordingly, technical preparation must take into account the specifics of the European and/or Latin American programs. The specificity of European program technique should be understood as the distinctive features of motor actions characteristic of this group of dances.

The determination of the content of European program technique specificity is based on analysis, systematization, and classification of motor action features in different body segments (Table 1).

**Table 1.**  
**Stages of identifying the specificity of European program dance technique**

<b>Stage</b>	<b>Content</b>	<b>Scientific-methodological significance</b>
1	Study of literary sources	Analysis of scientific-methodological works, dissertations, and educational materials related to technical and physical preparation in DanceSport.
2	Analysis and systematization of technical actions in DanceSport	Generalization and classification of motor elements forming the basis of dance technique.
3	Identification of specific technical actions in European program dances	Outlining characteristic features of movements distinguishing the European program from other DanceSport directions.
4	Differentiation of technical actions at the first and second levels	Distinguishing general characteristics of motor actions (first level) and their individual manifestations in each specific dance of the European program (second level).

The study identified two levels of specificity in the technique of the European program, illustrated in Figure 1 (Chuban, 2023).



**Figure 1. Content of specificity levels in elements of European program dance technique (Chuban, 2023)**

In addressing the task of determining the specificity of European program technique, its two-level character was established. The second-level specificity is associated with existing differences in the motor actions of each of the five dances of the European program.

The two-level specificity of European program technique constitutes the substantive foundation for developing methodologies of technical preparation at all stages of sports training. The improvement of technical mastery in young athletes at the stage of preliminary basic training should be based on complexes of preparatory and competitive exercises that take into account the first level of specificity. The second level of specificity is advisable to consider when designing methodologies of technical preparation at subsequent stages of long-term training. Accounting for technique specificity at each stage of the training process ensures a differentiated and targeted approach to the technical preparation of young athletes (Chuban, 2023).

The evolution of DanceSport has led to significant changes in the dynamics, volume of movement, and overall visual effect of each dance. The most notable changes occurred in the tendency of modern DanceSport athletes to rely more on the upper body rather than feet and legs. Body actions are crucial, as they not only create more voluminous and powerful lines but also enhance pair integrity and generate an impression of lightness in movement.

Technique always follows the creative talent of a balanced, rhythmic performer. With the development of posture and arm frame, combined with the desire to achieve greater power, technique has evolved in many different directions (Hearn, 2010). Technical preparation is defined as the process of forming correct motor skills that meet the requirements of the sport.

The complexity of performing European program dances lies primarily in the fact that partners remain in the “Closed Position” with close contact. This position remains practically unchanged throughout the dance, and partners interact with each other in every movement. Each motor action requires meticulous precision and strictly calibrated pair interaction. Additional difficulties arise from the fact that when one partner moves forward, executing steps while facing the direction of movement, the other performs steps backward. In performing European program dances, athletes must master backward movement as freely as forward movement. The specific features of the program impose a number of requirements on performers that must be considered in athlete preparation (Lysenko & Horbenko, 2020; Koshell, 2006).

Posture is one of the most important requirements for any DanceSport performer. When the body maintains ideal balance, the athlete is able to create perfect rhythmic action. The Balance Line should extend from the knee of the supporting leg of the female partner to the crown of her head. Such posture enables the partner to maintain constant balance throughout the dance (Hearn, 2010).

The following anatomical-kinematic Table 2 structures the formation of the arc in the basic position of the female partner (and partially of the couple) through sequential interaction of body segments from the pelvis to the Topline. It reflects both biomechanical logic and dance aesthetics.

**Table 2.**

**Formation of the arc in the basic position of the female partner (Lysenko A. O.)**

<b>Body segment</b>	<b>Kinematic task</b>	<b>Anatomical compensation / note</b>	<b>Influence on arc / Topline form</b>
Hip joint	Slight backward tilt	Provides space for partner’s extension; maintains neutrality relative to the spine	Starting platform for vertical balance axis
Center (Abdomen)	Forward projection in sagittal plane	Creates counterbalance point for upper torso extension	Enhances dynamic support of the arc
Chest	Backward extension; leftward elongation	Depends on individual flexibility; zone of maximal extension amplitude	Forms arc volume to the left and backward
Neck (Cervical spine)	Continuation of extension with slight left tilt	Supports Topline direction; compensates head rotation and displacement	Creates completed line of movement toward occiput
Topline (arms/shoulders)	Alignment along the arc; right shoulder as lowest point	Visual center of Topline is the right shoulder; left side elongated and open	Aesthetic completeness of position; impression of spatial openness and expressiveness

DanceSport involves complex coordination motor actions, which in turn consist of single motor actions, the practice of which forms a substantive part of the training process. One of these is the pulling action – the cause of the step. The significance of the pulling action, alongside other components, in DanceSport technique cannot be overstated; however, it is either not discussed or remains unknown (Lysenko & Horbenko, 2020; Koshell, 2006).

Swing is a unique method used by athletes of the European program in DanceSport to transfer body weight across the floor. It is crucial to understand that movement is created by step and swing, not by step and push. The four dances in which swing is employed are the Waltzes and Foxtrots. Each dance has its characteristic swing, complementing the rhythm and tempo of the music, as presented in comparative Table 3.

**Table 3.**  
**Characteristics of swing in different dances (Lysenko A. O.)**

<b>Dance</b>	<b>Lowering phase</b>	<b>Drive step</b>	<b>Rising phase</b>	<b>Type of rise</b>
Slow Waltz	Completion of 3 <sup>rd</sup> beat	1 <sup>st</sup> beat; strong drive	Start at end of step; continuation in foot	Rise in leg and foot (deep)
Viennese Waltz	Beginning of 3 <sup>rd</sup> beat	Minimal acceleration	Minimal deceleration	Flat rise (without foot)
Slow Foxtrot	Gradual lowering; extended phase	Less acceleration; smooth dynamics	Knee bent, foot on ball	Flat rise (gentle)
Quickstep	Minimal lowering in continuation of figure	Slight acceleration	Light change of speed	Flat rise, with exceptions

One dictionary definition of swing is “movement around a fixed point.” In dance, the whole body must move with swing; therefore, it is essential to understand the principle of the swing step (Hearn, 2010).

The swing structure in swing dances consists of several steps forming a single block of movement. A typical swing unit includes the following components:

- *Preparation step* (not obligatory, as some movements begin from closed foot position);
- *Lowering phase*;
- *Drive step* – the largest step in the swing structure and the phase of highest torso speed at its end;
- *Rising phase*.

Execution of each of these components differs across dances, shaping their stylistic uniqueness. Within each phase, it is necessary to perform a sequence of movements of the upper and lower parts of the leg, considering differences between forward and

backward movements. These differences are determined by knee joint anatomy: the shin can bend only backward relative to the thigh, but not forward (Rehder, 2023).

What is swing from a scientific perspective? Swing is the combination of gravity and kinetic energy. Gravity is the force pulling every object downward, including the human body. Kinetic energy is the energy of motion possessed by any moving object. The only way to use gravity in swing movement is to allow the body to fall (lower) in the direction of motion. This is why in technical literature it is referred to as “Rise and Fall.” Swing is controlled falling. Swing is the use of body weight with controlled falling in the direction of movement. Most importantly, swing can be controlled only at the beginning and at the end. In the middle, it is free fall – a movement that escapes control (Trautz, 2019).

At the early stages of competitive dance development, the arm frame was rather compact, with the lower line of the elbow and the partner’s right hand positioned under the female partner’s left shoulder blade. Over the years, the level of the elbows has shifted slightly below shoulder level, and the partner’s right hand is placed on the female partner’s back just below the line of her arm, with his wrist gently supporting her forearm at the point of connection with the torso. This provides the female partner with much greater freedom in using the weight of her head. However, it also places greater responsibility on her to maintain contact with her partner. This evolution has created many new possibilities in the application of basic technique.

Physical preparation provides the necessary prerequisites for technical preparation: strength ensures stability and maintenance of position, while coordination guarantees consistency of movements and partner interaction.

At the present stage of DanceSport development, the importance of athletes’ physical preparation has significantly increased. The physical and psycho-emotional loads experienced by athletes during competitive programs often reach levels comparable to those of athletes in many other sports (Khom’iachenko, 2023).

Physical preparation in DanceSport is a multifactorial process ensured by an algorithm – a specially organized sequence of actions throughout the entire period of long-term athlete development. Its implementation is linked to the application of scientific and methodological foundations for organizing and structuring the training process of young athletes, juniors, and elite performers.

**Conclusions.** In the process of developing mastery in young athletes, the integration of physical and technical preparation plays a leading role, ensuring harmonious development of motor abilities and correct acquisition of technical actions. For athletes aged 10-11, strength and coordination abilities are the most significant, as they provide pair stability, control of the center of mass, and consistency of movements in swing elements.

DanceSport, as an acyclic and complex coordination discipline, imposes specific demands on both physical and technical preparation. The acyclicity of movements requires constant adaptation to changes in rhythm and composition, while complex coordination demands precise synchronization of partners’ actions. This necessitates early development of physical qualities that become decisive factors in the effective acquisition of technical actions.

Technical preparation in DanceSport is impossible without a proper physical foundation. Strength ensures positional stability and control of movements, while coordination guarantees partner synchronization and smooth execution. The interrelation between physical and technical preparation is manifested in the fact that physical qualities not only create the conditions for mastering technique but are also actively improved through the performance of technical actions.

### References:

Chuban, D. (2023). Exercise complexes for improving the technique of Standard dances considering the specificity of motor actions. *Physical Culture and Sport*, 2(86), 233–239.

Hearn, G. (2010). *A Technique: Advanced Standard Ballroom Figures: Waltz, Tango, Slow Foxtrot, Quickstep. Developments Teaching Hints*. London: Geoffrey & Diana Hearn.

Khom'iachenko, O. O. (2023). *Conversion of physical training considering functional capabilities of athletes in DanceSport* (Doctoral dissertation, National University of Physical Education and Sport of Ukraine). Kyiv.

Khom'iachenko, O., & Soronovych, I. (2022). Theoretical and methodological substantiation of conversion of functional preparedness of athletes in DanceSport. *Theory and Methods of Physical Education and Sport*, 2, 37–43. <https://doi.org/10.32652/tmfvs.2022.2.37-43>

Koshell, S. (2006). *Biomechanics of Standard Dancing*. Publisher Serge Koshell.

Lysenko, A. O., & Horbenko, O. V. (2020). *DanceSport (European program): Textbook*. Kharkiv: FOP Brovin O. V.

Rehder, O. (2023). *The Principles of Standard Dancing (English version): Basic Technique*. Standard: Deutscher Tanzbuchverlag.

Sleamaker, R., & Browning, R. (2007). *Serious Training for Endurance Athletes* (2<sup>nd</sup> ed.). USA: Human Kinetics.

Trautz, R. (2019). *The Art and Technique of Ballroom Dancing: Basic Technique & Basic Syllabus*. Standard: Rudi Trautz.

## **ФАЄРФАЙТИНГ У СИСТЕМІ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ РЯТУВАЛЬНИКІВ: МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС**

**Калашник Наталія**

старший викладач,  
кафедра пожежно-рятувальної та фізичної підготовки,  
навчально-науковий інститут оперативно – рятувальних сил,  
Національний університет цивільного захисту України,  
м. Черкаси

У роботі розглянуто можливості використання фаєрфайтингу як сучасного засобу вдосконалення пожежно-рятувальної підготовки майбутніх фахівців служби цивільного захисту. Проаналізовано наукові підходи до професійно-прикладної фізичної підготовки рятувальників та визначено роль прикладних видів спорту у формуванні професійної готовності. Обґрунтовано доцільність впровадження елементів фаєрфайтингу у навчальний процес закладів вищої освіти сектору безпеки і оборони. Запропоновано методичні підходи до організації занять, що сприяють розвитку професійно важливих фізичних якостей, формуванню спеціальних рухових навичок та підвищенню мотивації здобувачів освіти до майбутньої професійної діяльності.

Постановка проблеми. Професійна діяльність рятувальників Державної служби України з надзвичайних ситуацій пов'язана з виконанням складних завдань у небезпечних та екстремальних умовах. Ліквідація пожеж, аварій і наслідків надзвичайних ситуацій потребує від фахівців високого рівня фізичної підготовленості, витривалості, сили, координації рухів та психологічної стійкості. Під час виконання службових завдань рятувальники здійснюють підйом по висотних конструкціях, транспортування потерпілих, переміщення пожежного обладнання, роботу в апаратах захисту органів дихання та виконання складних технічних операцій. Саме тому система підготовки майбутніх рятувальників повинна забезпечувати формування високого рівня професійної готовності до виконання службових обов'язків.

Важливу роль у цьому процесі відіграє професійно-прикладна фізична підготовка, яка спрямована на розвиток фізичних якостей та рухових навичок, необхідних для ефективної діяльності у сфері цивільного захисту.

Одним із перспективних напрямів удосконалення системи підготовки є використання прикладних видів спорту, які моделюють елементи реальної діяльності пожежно-рятувальних підрозділів. У цьому контексті особливого значення набуває фаєрфайтинг, який поєднує фізичні вправи з елементами пожежно-рятувальної діяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми фізичної та професійно-прикладної підготовки фахівців сектору безпеки і оборони розглядалися у

працях багатьох українських науковців. Зокрема, Ю. Таймасов у своїх дослідженнях підкреслює, що фізична підготовка є важливим чинником професійної готовності рятувальників, оскільки забезпечує розвиток функціональних можливостей організму та сприяє формуванню психологічної стійкості під час виконання завдань за призначенням [4, с. 158]. У працях І. Ковалю зазначається, що професійно-прикладна фізична підготовка майбутніх рятувальників повинна враховувати специфіку службової діяльності та бути спрямованою на розвиток спеціальної витривалості, сили та координаційних здібностей [1, с. 72–74]. Дослідники В. Платонов та М. Булатова наголошують, що ефективність фізичної підготовки значною мірою залежить від використання інноваційних підходів та моделювання умов майбутньої професійної діяльності [3, с. 45–47]. У наукових працях також підкреслюється, що професійно-прикладна фізична підготовка курсантів повинна бути максимально наближеною до умов майбутньої професійної діяльності та включати вправи, які моделюють реальні дії рятувальників [1, с. 73]. У межах професійно-прикладної фізичної підготовки майбутніх офіцерів, П. Хоменко та Р. Феніч показують, що моделювання реальних умов служби (наприклад, бойового середовища) є суттєвим фактором для формування фізичних і практичних навичок майбутніх фахівців [5, с. 17]. Дослідження С. Лапшина та В. Романчука свідчить, що чинні програми фізичної підготовки військовослужбовців пожежно-рятувальних підрозділів недостатньо ефективні для розвитку спеціальних фізичних якостей, необхідних для виконання завдань в екстремальних умовах, і потребують удосконалення [2, с. 120].

Разом з тим аналіз наукових джерел свідчить, що питання використання фаєрфайтингу як засобу пожежно-рятувальної підготовки досліджено недостатньо, що визначає актуальність даного дослідження.

Мета дослідження. Обґрунтувати доцільність використання елементів фаєрфайтингу у навчальному процесі підготовки майбутніх фахівців служби цивільного захисту та визначити методичні особливості організації занять.

Фаєрфайтинг (Firefighter Combat Challenge) є прикладним видом підготовки, який відтворює типові дії пожежно-рятувальних підрозділів під час ліквідації пожеж та надзвичайних ситуацій. До його змісту входять вправи, пов'язані з подоланням перешкод, транспортуванням обладнання, прокладанням пожежних рукавних ліній та евакуацією потерпілих.

До основних елементів фаєрфайтингу належать: підйом по пожежній драбині або сходах; переміщення пожежних рукавів; транспортування пожежного обладнання; прокладання рукавної лінії; евакуація умовного потерпілого; подолання спеціальної смуги перешкод.

Виконання таких вправ дозволяє розвивати силові якості, спеціальну витривалість, рухову координацію, спритність - комплекс фізичних якостей, необхідних для професійної діяльності рятувальників.

Методика впровадження фаєрфайтингу у навчальний процес передбачає поетапне включення спеціальних вправ у заняття з фізичної та пожежно-

рятувальної підготовки. На першому етапі курсанти оволодівають технікою виконання окремих вправ, що забезпечує формування базових рухових навичок.

На другому етапі застосовуються комплексні вправи, які поєднують кілька професійних дій з подолання перешкод із транспортуванням обладнання, прокладання рукавної лінії після підйому по сходах; евакуація потерпілого після виконання фізичних вправ.

Пропонуємо структуру заняття з елементами фаєрфайтингу. На нашу думку, в підготовчу частину (10–15 хв) слід включити загально-- розвиваючі вправи, вправи на мобілізацію опорно-рухового апарату та імітаційні вправи з пожежно-технічним обладнанням.

В основну частину (40–50 хв) пропонуємо включити подолання смуги перешкод, транспортування пожежного обладнання, прокладання рукавної лінії, евакуація умовного потерпілого, виконання вправ у засобах індивідуального захисту.

В заключній частині (5–10 хв) бажано застосовувати вправи на відновлення дихання, розтягування та зробити аналіз виконаних вправ.

Використання фаєрфайтингу у навчальному процесі підвищує інтерес курсантів до занять фізичною та професійною підготовкою, а також сприяє формуванню практичних навичок, необхідних для ефективного виконання службових завдань.

Висновки. Фаєрфайтинг є ефективним засобом професійно-прикладної фізичної підготовки майбутніх рятувальників. Використання його елементів у навчальному процесі сприяє розвитку професійно важливих фізичних якостей та формуванню спеціальних рухових навичок. Впровадження фаєрфайтингу дозволяє наблизити навчальний процес до реальних умов діяльності пожежно-рятувальних підрозділів і підвищити ефективність професійної підготовки майбутніх фахівців служби цивільного захисту.

#### **Список літератури:**

1. Коваль І. С. Професійно-прикладна фізична підготовка майбутніх рятувальників : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. – Київ, 2015. – 220 с.
2. Лапшин В. М., Романчук С. В. Вплив фізичної підготовки військовослужбовців пожежно - рятувальних підрозділів на військово - професійну діяльність // Фізична активність, здоров'я і спорт. – 2025. – № 2(38). – С. 118–123. DOI: 10.32782/2221-1217-2025-2-15.
3. Платонов В. М., Булатова М. М. Фізична підготовка спортсменів: навч. посіб. – Київ : Олімпійська література, 2013. – 480 с.
4. Таймасов Ю. Фізична підготовка фахівців служби цивільного захисту як складова самозбереження // Молодь і ринок. – 2018. – № 3 (158). – С. 158–162. DOI: 10.24919/2308-4634.2018.128977.
5. Хоменко П., Феніч Р. Професійно - прикладна фізична підготовка майбутніх офіцерів в умовах моделювання умов бойової діяльності // Педагогічні науки. – 2023. – Т. 82. – С. 14–20. DOI: 10.33989/2524-2474.2023.82.295086.

# ЕМПАТІЯ ЯК ОСНОВА ПСИХОЛОГІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ТА ВНУТРІШНЬОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ ОСОБИСТОСТІ: МЕТОД ELHM У ПРАКТИЦІ ЕМОЦІЙНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ

**Хаустова Тетяна Миколаївна**

Магістр психології, практикуючий психолог,  
Рівненський державний гуманітарний університет

Кандидат технічних наук,  
Харківський державний університет харчування та торгівлі

## **Анотація**

У статті розглядається роль емпатії як важливого психологічного ресурсу міжособистісної взаємодії та внутрішньої стабілізації особистості. Проаналізовано сучасні підходи до розуміння емпатії у контексті позитивної психології та емоційної регуляції. Особливу увагу приділено значенню емоційної усвідомленості у формуванні психологічної стійкості людини. У роботі представлено метод Emotional-Level Happiness Management (ELHM) як практичний підхід до розвитку емоційної усвідомленості та внутрішньої психологічної опори. Показано, що усвідомлення власних почуттів сприяє розвитку здатності до емпатійної взаємодії та підвищує рівень психологічного благополуччя особистості. Розглянуто можливості застосування методу ELHM у психологічному консультуванні, коучингу та програмах розвитку емоційного інтелекту. Отримані результати свідчать про перспективність використання методу ELHM як інструменту розвитку емпатії та емоційної регуляції.

## **Ключові слова:**

емпатія, емоційна регуляція, емоційна усвідомленість, психологічна стабільність, ELHM, емоційний інтелект.

## **Вступ**

У сучасному суспільстві питання психологічного благополуччя людини набуває особливої актуальності. Соціальні трансформації, глобальні кризи, міграційні процеси та швидкий темп життя створюють значний емоційний тиск на особистість. У таких умовах важливого значення набувають психологічні ресурси, що дозволяють людині підтримувати внутрішню рівновагу, зберігати здатність до конструктивної взаємодії з іншими людьми та ефективно адаптуватися до змін. Одним із таких ресурсів є емпатія.

Емпатія розглядається у психології як здатність людини розуміти емоційний стан іншої особи, співпереживати їй та встановлювати глибокий емоційний контакт. Вона є важливим компонентом міжособистісної взаємодії та основою психологічної підтримки. Завдяки емпатії формується довіра між людьми, знижується рівень соціальної напруги та створюються умови для конструктивного діалогу. У контексті позитивної психології емпатія також пов'язується з відчуттям психологічного благополуччя, оскільки здатність до

емоційного розуміння інших сприяє розвитку соціальних зв'язків і відчуття сенсу життя [1].

Дослідження позитивної психології показують, що психологічне благополуччя людини формується не лише через зовнішні обставини, але й через внутрішні психологічні механізми, пов'язані з емоційною регуляцією, усвідомленням власних почуттів та здатністю до емпатійної взаємодії [2]. У цьому контексті розвиток емпатії стає важливим елементом формування внутрішньої стабільності особистості.

Разом із тим сучасні психологічні підходи наголошують на необхідності інтеграції теоретичних знань про емоції з практичними методами роботи з емоційними станами людини. У психологічній практиці дедалі більшого значення набувають методи, що дозволяють не лише аналізувати емоції, але й допомагають людині усвідомлювати їх, проживати та трансформувати. Одним із таких підходів є метод Emotional-Level Happiness Management (ELHM), розроблений Тетяною Дунаєвською.

Метод ELHM базується на роботі з емоційними станами людини та передбачає поступове усвідомлення та проживання різних рівнів почуттів. Основною метою методу є формування внутрішньої опори, розвиток емоційної усвідомленості та здатності до свідомого управління власними емоційними станами. У цьому контексті емпатія виступає не лише як здатність розуміти інших, але і як здатність людини встановлювати глибший контакт із власними почуттями.

Метою цієї статті є дослідження ролі емпатії у процесі психологічної взаємодії та внутрішньої стабілізації особистості, а також аналіз можливостей використання методу ELHM у практиці емоційної регуляції.

### **Теоретичні основи дослідження емпатії**

Поняття емпатії займає важливе місце у сучасній психологічній науці. У широкому розумінні емпатія визначається як здатність людини розуміти емоційні переживання іншої особи, співпереживати їй та адекватно реагувати на її емоційний стан. Ця здатність формується у процесі соціальної взаємодії та є важливим компонентом емоційного інтелекту.

У межах позитивної психології емпатія розглядається як один із факторів, що сприяє формуванню психологічного благополуччя людини. Дослідження М. Селігмана показують, що позитивні емоції, соціальні зв'язки та відчуття значущості власного життя є важливими складовими психологічного процвітання особистості [1]. Емпатія відіграє ключову роль у формуванні цих компонентів, оскільки вона сприяє розвитку довіри, підтримки та взаєморозуміння між людьми.

Важливим аспектом емпатії є її зв'язок із міжособистісними відносинами. Як зазначає А. Брукс, якість соціальних зв'язків є одним із найважливіших факторів щастя та психологічної стабільності людини [3]. Люди, які мають здатність до емпатійного сприйняття інших, зазвичай формують більш глибокі та стабільні соціальні відносини, що позитивно впливає на їхнє психологічне благополуччя.

Крім того, емпатія пов'язана з процесами емоційної регуляції. Здатність розуміти власні емоції та емоції інших людей дозволяє людині більш усвідомлено реагувати на складні життєві ситуації та уникати імпульсивних реакцій. У цьому контексті емпатія може розглядатися як важливий психологічний механізм, що сприяє внутрішній стабілізації особистості.

Разом із тим сучасні психологічні дослідження підкреслюють, що емпатія є не лише соціальною навичкою, але й внутрішнім процесом, пов'язаним із усвідомленням власних емоційних станів. Людина, яка здатна глибше розуміти свої почуття, зазвичай має більшу здатність до розуміння емоцій інших людей. Таким чином, розвиток емпатії нерозривно пов'язаний із розвитком емоційної усвідомленості та внутрішньої рефлексії.

У цьому контексті особливого значення набувають психологічні методи, спрямовані на роботу з емоційними станами людини та розвиток здатності до усвідомлення власних почуттів.

### **Емпатія як ресурс психологічної стабільності особистості**

У сучасній психології емпатія розглядається не лише як соціальна здатність до співпереживання, але і як важливий ресурс внутрішньої стабільності особистості. Людина, яка здатна усвідомлювати власні емоції та розуміти емоційний стан інших, має більшу психологічну гнучкість і здатність адаптуватися до змінних життєвих обставин.

Емпатія виконує кілька важливих функцій у процесі психологічної взаємодії. По-перше, вона сприяє формуванню довірливих міжособистісних відносин. У ситуаціях психологічної підтримки здатність до емпатійного сприйняття дозволяє людині відчувати, що її переживання зрозумілі та прийняті іншими. Це створює основу для більш глибокої комунікації та взаємної підтримки.

По-друге, емпатія допомагає людині краще розуміти власні емоційні реакції. Усвідомлення власних почуттів є важливою умовою формування емоційної зрілості. Людина, яка здатна аналізувати та приймати свої емоції, має більше можливостей для конструктивного реагування на складні життєві ситуації.

Як зазначає А. Брукс, психологічне благополуччя людини значною мірою залежить від якості соціальних відносин та відчуття емоційної підтримки з боку інших людей [3]. Емпатія виступає ключовим механізмом формування таких відносин, оскільки вона сприяє взаєморозумінню та зменшенню психологічної дистанції між людьми.

Водночас емпатія може бути спрямована не лише на інших людей, але й на самого себе. У психологічній літературі дедалі частіше використовується поняття «самоемпатія», яке означає здатність людини ставитися до власних переживань із розумінням та прийняттям. Такий підхід сприяє зниженню рівня внутрішньої критики та допомагає формувати більш стабільне емоційне ставлення до життєвих труднощів.

Таким чином, емпатія є важливим психологічним ресурсом, що сприяє формуванню внутрішньої рівноваги, розвитку соціальних зв'язків та підвищенню загального рівня психологічного благополуччя особистості.

### **Емоційна регуляція як основа психологічної стійкості**

Емоційна регуляція є одним із ключових механізмів психологічної стійкості людини. Вона передбачає здатність усвідомлювати власні емоційні стани, розуміти причини їх виникнення та керувати реакціями на різні життєві події.

У межах позитивної психології емоційна регуляція розглядається як важливий фактор формування психологічного благополуччя. Дослідження показують, що люди, які мають розвинені навички усвідомлення та регуляції емоцій, краще справляються зі стресом, демонструють вищий рівень задоволеності життям та мають більш стабільні соціальні відносини [2].

Емоційна регуляція не означає придушення або ігнорування емоцій. Навпаки, вона передбачає здатність людини визнавати свої почуття та знаходити конструктивні способи їх проживання. Усвідомлення емоцій дозволяє людині краще розуміти свої потреби, мотиви та внутрішні конфлікти.

Важливим аспектом емоційної регуляції є розвиток внутрішньої опори. Під внутрішньою опорою розуміється здатність людини зберігати психологічну рівновагу навіть у складних життєвих ситуаціях. Така здатність формується через розвиток емоційної усвідомленості, рефлексії та здатності до саморегуляції.

Як зазначає А. Брукс, людина, яка має чітке усвідомлення своїх цінностей та внутрішніх орієнтирів, здатна більш стійко реагувати на життєві виклики та зберігати відчуття сенсу життя [4]. У цьому контексті емоційна регуляція виступає важливим інструментом формування психологічної зрілості та внутрішньої стабільності.

У психологічній практиці дедалі більшого значення набувають методи, що допомагають людині не лише аналізувати свої емоції, але й працювати з ними на глибшому рівні. Одним із таких підходів є метод Emotional-Level Happiness Management (ELHM), спрямований на усвідомлення та трансформацію емоційних станів.

### **Метод Emotional-Level Happiness Management (ELHM)**

Метод Emotional-Level Happiness Management (ELHM) був розроблений як практичний підхід до роботи з емоційними станами людини та формування внутрішньої психологічної стабільності. Метод сформувався на основі багаторічної практичної роботи з клієнтами у сфері особистісного розвитку, коучингу та психологічної підтримки.

Основною ідеєю методу є припущення, що внутрішній стан людини значною мірою визначається рівнем усвідомлення власних почуттів. У повсякденному житті багато емоційних реакцій відбуваються автоматично, без достатнього усвідомлення їхніх причин. Це може призводити до накопичення внутрішньої напруги, емоційного виснаження та труднощів у міжособистісних відносинах.

Метод ELHM спрямований на поступове усвідомлення та проживання різних рівнів почуттів. У процесі роботи людина отримує можливість дослідити власні емоційні реакції, зрозуміти їхній внутрішній зміст та знайти нові способи взаємодії з власними переживаннями.

Згідно з концепцією методу, розвиток емоційної усвідомленості дозволяє людині формувати більш стабільне внутрішнє середовище та підвищувати рівень

психологічної гнучкості. Усвідомлення власних почуттів також сприяє розвитку емпатії, оскільки людина, яка краще розуміє свої емоції, зазвичай має більшу здатність розуміти емоційні переживання інших людей [5]. Як зазначається у дослідженнях Т. Дунаєвської, розвиток емоційної усвідомленості є ключовим механізмом формування внутрішньої психологічної стабільності особистості [6].

Метод ELHM поєднує елементи коучингу, позитивної психології та практичної роботи з емоційними станами. Його структура передбачає поетапну роботу з внутрішнім станом людини, що дозволяє поступово переходити від стану внутрішньої напруги до більшої ясності, стабільності та усвідомленості.

Важливою особливістю методу є орієнтація на практичний результат. Робота з емоційними станами спрямована не лише на їх аналіз, але й на формування нових ресурсних станів, які допомагають людині більш конструктивно реагувати на життєві події [6].

### **Практичне застосування методу ELHM у розвитку емпатії**

Розвиток емпатії є важливим завданням сучасної психологічної практики. Уміння розуміти емоційні переживання інших людей та адекватно реагувати на них сприяє формуванню гармонійних міжособистісних відносин і підвищує рівень психологічного благополуччя особистості. У цьому контексті особливого значення набувають методи, спрямовані на розвиток емоційної усвідомленості та здатності до глибшого розуміння власних почуттів.

Метод Emotional-Level Happiness Management (ELHM) може розглядатися як один із практичних інструментів розвитку емпатії. Основою цього підходу є припущення, що здатність до емпатійного сприйняття інших людей безпосередньо пов'язана зі здатністю людини усвідомлювати та приймати власні емоційні переживання.

У процесі застосування методу ELHM увага зосереджується на дослідженні внутрішнього емоційного стану людини. Практична робота передбачає послідовне усвідомлення різних рівнів почуттів, що дозволяє людині краще зрозуміти свої емоційні реакції та внутрішні потреби. Такий підхід сприяє формуванню більш глибокого контакту із власними переживаннями та знижує рівень внутрішнього напруження.

Одним із важливих результатів цієї роботи є підвищення здатності людини до емоційної рефлексії. Усвідомлення власних емоцій створює умови для розвитку більш чутливого ставлення до переживань інших людей. Людина, яка має досвід усвідомленого проживання власних почуттів, як правило, демонструє більшу відкритість до емоційного стану інших та здатність до глибшого розуміння міжособистісних взаємодій.

Крім того, метод ELHM сприяє формуванню внутрішньої психологічної опори. Поступове усвідомлення та інтеграція емоційних переживань допомагають людині зменшити рівень внутрішнього конфлікту та підвищити рівень емоційної стабільності. Це, у свою чергу, створює сприятливі умови для більш конструктивної взаємодії з іншими людьми.

Практичне застосування методу також може бути корисним у сфері психологічного консультування, коучингу та освітніх програм, спрямованих на

розвиток емоційного інтелекту. Робота з емоційними станами дозволяє клієнтам поступово формувати навички усвідомлення власних почуттів, що є важливою передумовою розвитку емпатії та психологічної зрілості [7].

Таким чином, метод ELHM може розглядатися як перспективний інструмент психологічної практики, що сприяє розвитку емпатії, емоційної усвідомленості та внутрішньої стабільності особистості.

### **Висновки**

Емпатія є одним із ключових компонентів психологічної взаємодії між людьми. Вона сприяє формуванню довірливих міжособистісних відносин, підвищує рівень соціальної підтримки та створює умови для конструктивної комунікації. У сучасному суспільстві, що характеризується високим рівнем соціальних та емоційних викликів, розвиток емпатії набуває особливої значущості.

У межах психологічної науки емпатія розглядається не лише як здатність до співпереживання іншим людям, але й як важливий механізм внутрішньої стабілізації особистості. Усвідомлення власних емоцій та здатність до їх конструктивної регуляції сприяють формуванню психологічної стійкості та підвищують рівень життєвого благополуччя.

У статті було розглянуто теоретичні аспекти дослідження емпатії, а також її роль у формуванні внутрішньої рівноваги людини. Аналіз сучасних підходів у позитивній психології показує, що розвиток емоційної усвідомленості та соціальних зв'язків є важливими чинниками психологічного благополуччя.

Особливу увагу було приділено методу Emotional-Level Happiness Management (ELHM), який спрямований на розвиток емоційної усвідомленості та формування внутрішньої психологічної опори. Метод передбачає поетапну роботу з емоційними станами людини та сприяє глибшому усвідомленню власних почуттів.

Практичне застосування методу ELHM показує, що розвиток емоційної усвідомленості може сприяти підвищенню здатності людини до емпатійної взаємодії. Усвідомлення власних переживань створює передумови для більш глибокого розуміння емоційного стану інших людей та формування більш гармонійних міжособистісних відносин.

Таким чином, розвиток емпатії та емоційної усвідомленості може розглядатися як важливий напрям сучасної психологічної практики. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на поглиблене вивчення можливостей застосування методу ELHM у різних сферах психологічної допомоги та розвитку особистості.

### **Список використаної літератури**

1. Seligman M. E. P. Flourish: A Visionary New Understanding of Happiness and Well-being. New York: Free Press, 2011.
2. Seligman M. E. P. Authentic Happiness: Using the New Positive Psychology to Realize Your Potential for Lasting Fulfillment. New York: Free Press, 2002.
3. Brooks A. Build the Life You Want: The Art and Science of Getting Happier. New York: Portfolio, 2023.

4. Brooks A. *From Strength to Strength: Finding Success, Happiness, and Deep Purpose in the Second Half of Life*. New York: Portfolio, 2022.
5. Dunaievska T. Current trends in the development of science and society // Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference “Current Trends in the Development of Science and Society”. Oslo, Norway, March 10–13, 2026.
6. Dunaievska T. *Academic Notes Series Pedagogical Science*. 2025. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2025-1-221-169-173>
7. Savchuk V., Dunaievska T., Polenkova M. *Humanitarian Forum*. 2025. DOI: [https://doi.org/10.60022/3\(2\)-9-GF](https://doi.org/10.60022/3(2)-9-GF)

## **ІННОВАЦІЙНІ ПАРАДИГМИ ВІРТУАЛЬНОЇ СИМУЛЯЦІЇ У ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНО- ПСИХОЛОГІЧНОГО ГАРТУВАННЯ ТА ФОРМУВАННЯ БОЙОВОЇ СТІЙКОСТІ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ**

**Чубіна Тетяна Дмитрівна**

доктор історичних наук, професор,  
заслужений працівник освіти України,  
завідувач кафедри соціальних і гуманітарних дисциплін,  
Національний університет цивільного захисту України

**Коротяєва Леся Миколаївна**

військовослужбовиця, психолог

Сучасний етап розвитку військової психології в контексті повномасштабної російсько-української війни характеризується стрімкою цифровою трансформацією та інтеграцією передових технологічних рішень у щоденну практику підготовки особового складу [4]. Особливе місце в цьому процесі посідає впровадження систем віртуальної реальності, які еволюціонували від допоміжних засобів релаксації до фундаментальних інструментів професійно-психологічної підготовки. Якщо на початкових етапах збройного конфлікту VR-технології розглядалися переважно як елемент терапевтичного впливу в межах психологічної реабілітації та подолання наслідків посттравматичного стресового розладу [6], то сьогодні сфера їх застосування суттєво масштабується [7].

Пріоритетним вектором стає превентивна підготовка військовослужбовців до екстремальних умов службово-бойової діяльності через моделювання стресчинників високої інтенсивності. Головна перевага такого підходу полягає у створенні контрольованого, проте максимально наближеного до реальності цифрового середовища, яке дозволяє імітувати звукові ефекти артилерійських обстрілів, візуальні образи поля бою та динаміку бойового зіткнення без безпосереднього ризику для життя солдата [5]. Це забезпечує якісно новий рівень формування психологічної резильєнтності, адже мозок отримує можливість попередньо опрацювати критичні стимули та виробити адаптивні механізми реагування ще до виходу на лінію бойового зіткнення [3].

Історичний аспект розвитку вітчизняних VR-систем бере свій початок з ініціатив українських технологічних стартапів, серед яких ключову роль відіграла команда Aspіchi. Розроблена ними інноваційна програма під назвою «Перший бій» спочатку задумувалася як інструмент для широкого кола користувачів, включаючи цивільних осіб та військовослужбовців, з метою популяризації психологічних знань та методів саморегуляції. Проте практичний досвід показав, що цей продукт має значно глибший потенціал саме у військовій

сфері, оскільки він базується на автентичних сценаріях, що відображають специфіку саме українського театру воєнних дій [4]. Це відрізняє вітчизняні розробки від закордонних аналогів, які часто не враховують інтенсивність сучасних технологічних викликів, таких як масоване застосування FPV-дронів або особливості позиційної війни в лісосмугах та міських забудовах.

Актуальність впровадження таких систем зумовлена низкою критичних викликів, серед яких найгострішим є дефіцит часу та матеріальних ресурсів на тлі необхідності підготовки великої кількості мобілізованого особового складу. Традиційні методи навчання часто вимагають значних логістичних витрат та спеціалізованих полігонів, тоді як віртуальні симулятори дозволяють проводити інтенсивне навчання в пунктах постійної дислокації або навіть у районах зосередження [5]. Важливо розуміти, що ефективність таких програм прямо залежить від їхньої здатності адаптуватися до індивідуальних особливостей бійця. Використання стандартних, універсальних методик у сучасних умовах часто виявляється не лише малоефективним, а й потенційно контрпродуктивним, оскільки вони не враховують попередній досвід людини, її когнітивний профіль та рівень емоційної стабільності [2]. Саме тому виникає нагальна потреба у створенні персоналізованих стратегій підготовки, які базуються на алгоритмах віртуальної реальності та дозволяють варіювати рівень стресового навантаження залежно від реакцій конкретного військовослужбовця.

У контексті стислих термінів підготовки VR стає містком між теоретичними знаннями та практичним досвідом. Програма «Перший бій» фокусується на проживанні складних підсвідомих процесів та налаштуванні психіки на подолання страху. Страх розглядається не як негативне явище, яке потрібно викоринити, а як природна біологічна реакція на небезпеку, що загрожує життю [1]. Повністю нівелювати вплив стресу в бою неможливо, проте завдяки VR-технологіям військовослужбовець отримує можливість прожити ці емоції в безпечному середовищі під наглядом професійного психолога. Це створює ефект знайомості з ситуацією, коли під час реального обстрілу або атаки мозок сприймає подію не як шокуючу невідомість, а як досвід, що вже мав місце. Таким чином формується автоматизм правильних реакцій, що значно підвищує шанси на виживання та успішне виконання бойового завдання [3].

Роль військового психолога у цьому процесі є визначальною та багатогранною. Він не просто технічно забезпечує роботу обладнання, а проводить повноцінну психоедукацію, роз'яснюючи механізми роботи нервової системи під час перегляду симуляції [2]. Фахівець уважно моніторить вербальні та невербальні реакції бійця в окулярах віртуальної реальності, що дозволяє виявити приховані фобії або ознаки дезадаптації на ранніх етапах [1]. Психолог акцентує увагу на тому, що в умовах агресії швидке набуття нових знань та навичок самоконтролю є критично важливим. Програма «Перший бій» цінна саме своєю автентичністю, оскільки вона не є копією іноземних продуктів, а виступає результатом рефлексії власного українського бойового досвіду [4]. Відгуки військовослужбовців, які пройшли таке навчання, свідчать про високу оцінку стимульного матеріалу, особливо тими, хто готується до свого першого

бойового виходу. Це підтверджує, що інноваційні, гнучкі та індивідуалізовані підходи є єдиним вірним шляхом для зміцнення обороноздатності держави через підготовку стійкого та професійного воїна.

**Список джерел:**

1. Блінов О. А. Психологія бойової психічної травми : монографія. Київ : Талком, 2022. 356 с.
2. Коқун О. М., Агаев Н. А., Лозінська Н. С. Психологічна робота з військовослужбовцями – учасниками АТО/ООС на різних етапах проходження служби : методичний посібник. Київ : НДЦ ГП ЗСУ, 2019. 244 с.
3. Корольчук М. С., Корольчук В. В., Березовська Л. І. Психологічна стійкість особистості в екстремальних умовах. Київ : КНТЕУ, 2021. 192 с.
4. Особливості застосування технологій віртуальної реальності у військовій підготовці: світовий та вітчизняний досвід. *Збірник наукових праць НАН ДПСУ. Серія: психологічні науки*. 2023. № 2. С. 45–60.
5. Роль віртуальних симуляцій у підготовці фахівців сектору безпеки та оборони. *Вісник Національного університету оборони України*. 2024. Т. 78, № 1. С. 112–120.
6. Rizzo A., Shilling R. Clinical Virtual Reality tools to advance the prevention, assessment, and treatment of PTSD. *European Journal of Psychotraumatology*. 2017. Vol. 8, sup5. Art. 1414359.
7. Wiederhold B. K., Wiederhold M. D. Virtual Reality for Military Training and Treatment: 25 Years of Progress. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. 2023. Vol. 26, No. 5. P. 309-310.

## **НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ІМПОРТУ ТОВАРІВ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ**

**Шалена Людмила Вікторівна**

аспірантка кафедри публічної служби та права  
Інституту публічної служби та управління  
Національного університету «Одеська політехніка»

Імпорт товарів медичного призначення посідає важливе місце у забезпеченні належного функціонування системи охорони здоров'я України, оскільки значна частина лікарських засобів, медичних виробів, діагностичних матеріалів, витратної продукції та спеціалізованого обладнання надходить на внутрішній ринок саме з-за кордону. У зв'язку з цим ефективність механізму публічного управління в цій сфері значною мірою залежить від якості нормативно-правового регулювання імпорتنих процедур, їхньої узгодженості, передбачуваності та відповідності сучасним міжнародним і європейським підходам. Особливість такого регулювання полягає в тому, що воно має комплексний характер і формується на стику зовнішньоекономічного, митного, спеціального медичного та технічного законодавства. Саме тому аналіз сучасного стану правового забезпечення імпорту товарів медичного призначення дає змогу виявити не лише чинні нормативні механізми, а й ті проблеми, які перешкоджають оперативному й безпечному надходженню відповідної продукції на ринок України [1; 2].

Правовою основою імпорту товарів медичного призначення насамперед виступають загальні нормативно-правові акти, що регулюють зовнішньоекономічну діяльність та переміщення товарів через митний кордон. Закон України «Про зовнішньоекономічну діяльність» закріплює загальні принципи участі суб'єктів господарювання у міжнародній торгівлі, визначає засади державного регулювання у цій сфері та окреслює правові межі здійснення імпорتنих операцій. Разом із цим, Митний кодекс України встановлює процедурну сторону ввезення продукції, включаючи порядок митного контролю, оформлення товарів, подання документів і застосування митних режимів. Отже, вже на цьому рівні імпорт товарів медичного призначення розглядається не як ізольована господарська дія, а як врегульований процес, у якому поєднуються інтереси державного контролю, економічної безпеки та забезпечення населення необхідною продукцією. При цьому для товарів медичного призначення загальні митні правила доповнюються спеціальними галузевими вимогами, що обумовлює підвищену складність правозастосування.

Спеціальне місце в системі нормативного регулювання займає законодавство про лікарські засоби. У цій частині визначальну роль відіграє Закон України «Про лікарські засоби», який формує сучасні правові засади допуску лікарських засобів на ринок, їх державного контролю, вимог до обігу та загальної логіки регулювання фармацевтичного сектору. Для імпорту це означає, що звичайне

митне оформлення саме по собі не створює права на вільне введення продукції в обіг, оскільки така продукція повинна відповідати встановленим вимогам щодо якості, безпечності та законності її допуску на ринок. У результаті імпортер у сфері лікарських засобів виконує не лише функцію постачальника, а й функцію суб'єкта, на якого покладається частина публічно-правової відповідальності за дотримання спеціального режиму обігу відповідної продукції [3].

Окремого аналізу потребує імпорт медичних виробів, для якого характерна інша регуляторна модель. На відміну від лікарських засобів, де традиційно домінує реєстраційний та дозвільний підхід, у сфері медичних виробів основний акцент зміщено на технічне регулювання та оцінку відповідності. Загальні правові засади такого підходу визначені Законом України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності», який встановлює правила прийняття технічних регламентів, застосування процедур оцінки відповідності та функціонування відповідних інституцій. Конкретизація цього механізму щодо більшості медичних виробів здійснюється через Технічний регламент щодо медичних виробів, затверджений постановою Кабінету Міністрів України № 753. Така модель свідчить про поступове наближення українського правового регулювання до європейських принципів, де визначальним є не адміністративний дозвіл як такий, а підтвердження відповідності продукції встановленим вимогам безпечності, ефективності, маркування та супровідної документації. [4;5].

Попри наявність розгалуженої нормативної бази, сучасний стан правового регулювання імпорту товарів медичного призначення не можна визнати повністю узгодженим і завершеним. Однією з головних проблем залишається фрагментарність правового впливу, коли загальні приписи зовнішньоекономічного та митного законодавства поєднуються зі спеціальними нормами фармацевтичного й технічного регулювання, але не завжди утворюють цілісний і зручний для застосування механізм. Це призводить до ситуацій, коли імпортер повинен одночасно орієнтуватися у кількох різних нормативних режимах, що мають власну термінологію, логіку контролю та документальні вимоги. Додатковою проблемою є складність процедурної взаємодії між митними органами, органами ринкового нагляду та іншими уповноваженими суб'єктами, внаслідок чого правозастосування нерідко набуває надмірно бюрократизованого характеру. У таких умовах навіть наявність формально чинних правил не завжди гарантує оперативність і правову визначеність під час ввезення критично необхідної медичної продукції.

Напрями вдосконалення нормативно-правового регулювання імпорту товарів медичного призначення мають бути пов'язані насамперед із подальшою систематизацією спеціального законодавства, усуненням дублювання окремих процедур і забезпеченням узгодженості між загальними та спеціальними нормативними актами. Доцільним є також розвиток цифрових механізмів взаємодії між органами державної влади, що беруть участь у митному оформленні, контролі якості, оцінці відповідності та допуску продукції на ринок. Важливого значення набуває і гармонізація українського законодавства з правом Європейського Союзу, особливо у частині технічного регулювання медичних

виробів та оновлення процедур контролю за обігом лікарських засобів. У підсумку можна дійти висновку, що вдосконалення цієї сфери має бути спрямоване не лише на посилення контрольної функції держави, а й на формування прозорого, логічного та передбачуваного правового середовища, у якому імпорту товарів медичного призначення відбуватиметься швидко, безпечно та відповідно до публічних інтересів охорони здоров'я.

### Список літератури

1. Про зовнішньоекономічну діяльність : Закон України від 16.04.1991 № 959-ХІІ // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/959-12> (дата звернення: 21.03.2026)
2. Митний кодекс України : Кодекс України; Закон, Кодекс від 13.03.2012 № 4495-VI // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/4495-17> (дата звернення: 21.03.2026)
3. Про лікарські засоби : Закон України від 28.07.2022 № 2469-IX // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2469-20> (дата звернення: 21.03.2026)
4. Про технічні регламенти та оцінку відповідності : Закон України від 15.01.2015 № 124-VIII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/124-19> (дата звернення: 21.03.2026)
5. Про затвердження Технічного регламенту щодо медичних виробів : Постанова Кабінету Міністрів України від 02.10.2013 № 753 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/753-2013-%D0%BF> (дата звернення: 21.03.2026)

## **ПРОМИСЛОВІСТЬ У США**

**Панов Ален Володимирович**

Професор, доктор філософії,  
Завідувач кафедри міжнародної політики,  
Ужгородський національний університет

**Панова Альона Олегівна**

Викладач кафедри міжнародної політики  
Доктор філософії  
Ужгородський Національний університет

**Янчишин Вікторія Романівна**

Студентка  
Факультету міжнародних економічних відносин  
Ужгородський національний університет

Економічна історія Сполучених Штатів бере початок із британських колоній, заснованих уздовж атлантичного узбережжя у XVII–XVIII століттях. Після 1700 року населення цих територій почало швидко зростати, що сприяло розширенню зовнішньої торгівлі. Колонії активно вели торговельні зв'язки з Африкою, Азією та особливо з Європою. Наприкінці XVIII століття 13 колоній здобули незалежність від Британської імперії, і на їхній основі сформувалася нова держава, економіка якої поступово перейшла від колоніальної моделі до аграрної.

На початку XIX століття США залишалися переважно аграрною країною — понад 80 % населення займалося сільським господарством. Промисловість зосереджувалася переважно на переробці сировини: розвивалися лісопильна, текстильна та взуттєва галузі. Завдяки значним природним ресурсам та великій кількості доступних земель економіка зростала швидкими темпами. Упродовж століття США перетворилися на велику інтегровану та індустріалізовану економіку. ВВП на душу населення зрівнявся з показниками провідних європейських держав, а згодом перевищив їх. Високий рівень заробітних плат і сприятливі умови праці приваблювали до країни мільйони іммігрантів. У 1820–1830-х роках ремісниче виробництво поступилося місцем фабричному, що стало основою масового виробництва. Державна політика сприяла розвитку інновацій, забезпечуючи надійний захист патентів.

З кінця XIX століття Сполучені Штати Америки стали провідною економікою світу за обсягом ВВП. Після Великої депресії 1930-х років уряд активно використовував державні витрати та податкові стимули для підтримки економічної стабільності й стимулювання споживчого попиту. Це сприяло збільшенню грошової маси й пришвидшенню економічного зростання. Упродовж XX століття змінювалися підходи до макроекономічного регулювання: від політики «Нового курсу» 1930-х років до програм «Великого суспільства» 1960-

х, коли головний акцент робився на застосуванні фіскальних інструментів для стабілізації економіки та забезпечення соціального добробуту[1].

Промисловість Сполучених Штатів Америки є однією з найрозвиненіших і найрізноманітніших у світі. Вона забезпечує країні провідні позиції за обсягами виробництва палива, електроенергії, металів, машин, обладнання, хімічних волокон і харчових продуктів. США залишаються світовим лідером у виробництві авіаційної, ракетно-космічної техніки, автомобілів, сталі, пластмас і синтетичних матеріалів.

Водночас частка видобувних галузей поступово скорочується внаслідок імпорту дешевших сировинних ресурсів і посилення екологічних вимог до виробництва. Високий рівень розвитку науково-дослідної бази, наявність кваліфікованих кадрів і сучасних технологій забезпечують ефективне масове виробництво серійної продукції та унікального обладнання, що успішно реалізується як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках [2].

Обробна промисловість США є основою матеріального виробництва країни. Провідне місце посідає машинобудування, далі — хімічна, харчова, паперова, металургійна та пластмасова галузі. У структурі виробництва відбувається перехід від важкої індустрії до електроніки, автоматизації та високих технологій[3].

Близько чверті зайнятих працюють у наукоємних виробництвах, зокрема в авіакосмічній, електронній, комп'ютерній промисловості та виробництві засобів зв'язку. Водночас зберігається значення традиційних галузей, орієнтованих на внутрішній ринок. США є експортером високотехнологічної продукції та імпортером споживчих товарів — текстилю, одягу, взуття, побутової техніки, автомобілів і сталі.

Історично промисловість сформувалася в Новій Англії, поширившись на Північний Схід і Приозер'я, де утворився «промисловий пояс». У другій половині ХХ ст. центр виробництва змістився на Південь і Захід, особливо в Каліфорнію та на узбережжя Мексиканської затоки. Сучасне розміщення виробництва визначається наявністю наукових установ і висококваліфікованих кадрів. У країні діють численні науково-промислові парки, зокрема Силіконова долина в Каліфорнії та технопарк біля Бостона, які стали осередками розвитку високих технологій. А найбільші промислові центри — Лос-Анджелес, Нью-Йорк, Чикаго, Детройт, Даллас, Сан-Франциско [4].

Важливою тенденцією стало переміщення підприємств у передмістя, що зумовлено високою вартістю землі та екологічними вимогами. Нині понад половину промислових потужностей розташовано за межами міських центрів[2].

Машинобудівний комплекс посідає провідне місце в промисловості Сполучених Штатів Америки. У ньому зайнято близько 40 % усіх працівників промислового виробництва, а його частка у вартості продукції обробних галузей становить приблизно 40 %. Машинобудування США вирізняється високою наукоємністю, технічною оснащеністю та продуктивністю праці. Територіальне розміщення підприємств є нерівномірним: понад 60 % виробничих потужностей зосереджено в індустріальних центрах Півночі та на Тихоокеанському

узбережжі. До найважливіших центрів машинобудування належать Лос-Анджелес, Чикаго, Детройт, Нью-Йорк, Філадельфія, Клівленд, Бостон, Сент-Луїс, Мілуокі та Даллас-Форт-Уерт [5].

Найрозвиненішою складовою машинобудівного комплексу є автомобільна промисловість. США традиційно конкурують із Японією у виробництві легкових автомобілів і зберігають світове лідерство у випуску вантажівок, автобусів і спеціальної техніки. Головні виробничі потужності розміщені в штатах Мічиган, Кентуккі, Теннессі, Міссурі та Огайо, зокрема в Детройті та прилеглих містах. Автомобільна галузь істотно залежить від економічної кон'юнктури та імпортової конкуренції, що безпосередньо впливає на стан суміжних виробництв — металургії, хімічної, гумової промисловості та верстатобудування.

Загальне машинобудування охоплює широкий спектр галузей — від верстатобудування й інструментального виробництва до випуску турбін, двигунів, насосів, компресорів і промислового устаткування. Основна частина підприємств зосереджена у північних штатах, насамперед у районі Великих озер. Важливу роль у структурі машинобудування відіграє також сільськогосподарське машинобудування, яке забезпечує високий рівень механізації аграрного виробництва. Найбільші підприємства розташовані в штатах Іллінойс, Айова та Вісконсин, що забезпечують близько половини випуску всієї сільськогосподарської техніки США. На Півдні цей сектор розвинений слабше: там виробляється понад третину сільськогосподарської продукції.

Галузь верстатобудування спеціалізується на виробництві високоточних верстатів, автоматичних ліній, багатфункціонального обладнання з числовим програмним управлінням і промислових роботів. Основні осередки галузі розміщені в районі Великих озер (понад 50% усіх зайнятих) та у Новій Англії (більше 20%) [2].

Авіаційна промисловість США зазнала значного розвитку під час Другої світової війни і згодом, з розвитком ракетобудування та космічних програм, трансформувалася в авіаракетнокосмічну галузь. Лідируючі компанії — «МакДоннел-Дуглас», «Локхід», «Боїнг», «Рокуелл» і «Хьюз ейркрафт» — довгий час очолюють рейтинг урядових військових замовлень та становлять основу військово-промислового комплексу США. Значну частину виробництва складає цивільна авіаційна техніка, переважна більшість якої експортується. Основні центри авіаракетнокосмічної промисловості розташовані на Тихоокеанському узбережжі (Лос-Анджелес, Сіетл, Сан-Дієго, Сан-Хосе), на Півдні (Даллас-Форт-Уерт, Атланта, Хантсвілл, космодром на мисі Канаверал, Х'юстон) та на Сході країни (Сент-Луїс, Уїчіто, Нью-Йорк, Цинциннаті, Індіанapolis, Хартфорд, Бостон, Буффало). Активний розвиток галузі на Заході та Півдні зумовлений сприятливими кліматичними умовами, вигідним транспортним положенням, наявністю робочої сили та близькістю до науково-дослідних центрів.

Хімічна промисловість США займає перше місце у світі за обсягом виробництва й експорту. Основна продукція — синтетичний каучук, пластмаси, хімічні волокна, мінеральні добрива та фармацевтичні вироби. Галузь

характеризується високими темпами зростання, значно випереджаючи більшість обробних секторів [5].

У структурі виробництва переважають полімерні матеріали, створені на основі нафтохімічної сировини. Значну роль відіграють технічні гази, які використовуються в металургії, енергетиці та ракетній техніці. У другій половині ХХ ст. центри хімічного виробництва перемістилися з Півночі до південних штатів, передусім на узбережжя Мексиканської затоки, де нині зосереджено більшість нафтохімічних підприємств. Головні центри — Х'юстон, Батон-Руж, Техас-Сіті, Бомонт і Чарлстон.

Північ США спеціалізується на випуску малотоннажних, але дорогих продуктів — медикаментів, косметики, барвників і мийних засобів. Найбільші промислові вузли — Нью-Йорк, Чикаго, Філадельфія, Сент-Луїс. Західні штати мають другорядне значення; їхні центри — Лос-Анджелес і Сан-Франциско — переважно забезпечують потреби регіону [2].

Тісно пов'язана з хімічною промисловістю атомна галузь має значне стратегічне та військове значення. До її складу входять підприємства з виробництва ядерного пального — урану, тритію та плутонію. Основні центри зосереджені в Ок-Ріджі (штат Теннессі), Падьюці (Кентуккі), Саванні (Південна Кароліна), Портсмуті (Огайо) та Ханфорді (Вашингтон) [5].

Харчова промисловість США є однією з ключових галузей обробної промисловості, її частка у виробництві умовно-чистої продукції становить близько 12%. Основними напрямками є м'ясна, молочна, борошномельна, консервна промисловість та виробництво напоїв. США займають провідні позиції у світі у виробництві м'яса, молочних продуктів, напоїв та кондитерських виробів, а компанії «Coca-Cola» та «McDonald's» здобули світову популярність.

В умовах зростання цін на продовольчі товари розвивається виробництво замінників продуктів, харчових наповнювачів, ароматизаторів, заморожених страв та консервів. Розміщення галузі в країні загалом рівномірне і здебільшого збігається з розташуванням великих споживчих ринків. Водночас спостерігається концентрація підприємств у певних регіонах: борошномельна промисловість — Північно-Західний центр і узбережжя Великих озер, м'ясна — Чикаго, Канзас-Сіті та Омаха, молочна — Вісконсін і Міннесота, консервна — Каліфорнія, кондитерська — Нью-Йорк і Чикаго, виробництво віскі — Луїсвілл, Coca-Cola — Атланта, пиво — Сент-Луїс і Мілуокі.

США займають провідні позиції у видобутку важливих корисних копалин — кам'яного вугілля, нафти, природного газу, залізної руди, міді, свинцю, цинку та фосфоритів. Проте частка галузі за зайнятістю та вартістю продукції невелика і поступово зменшується. Через обмежені власні ресурси країна після Другої світової війни перетворилася з експортера на найбільшого імпортера нафти, залізної руди та кольорових металів. У структурі розміщення галузі зростає роль Півдня як основного району видобутку енергоресурсів, тоді як частка Півночі та Заходу, де добувають чорні та кольорові метали, поступово знижується.

Енергетична промисловість США займає провідне місце в національній економіці. Основу галузі становить нафтова промисловість. Близько 70% нафти

видобувають у південно-західних штатах — Техасі, Луїзіані, Оклахомі та Нью-Мексико, а також на шельфі Мексиканської затоки. Значні поклади нафти розташовані також у Каліфорнії, Вайомінгу та на півночі Аляски [2].

Нафтопереробні підприємства зосереджені не лише поблизу місць видобутку, а й у великих промислових районах і портах Північного Сходу, уздовж магістральних нафтопроводів. США посідають третє місце у світі за видобутком нафти, однак майже такий самий обсяг палива імпортують, головним чином із Мексики, Канади та Венесуели [5].

Мінерально-сировинні ресурси США є надзвичайно багатими. Залізну руду видобувають біля озера Верхнього, уран і кольорові метали — у Кордильєрах, фосфорити — у Флориді, а калійні солі — в Нью-Мексико. США є світовим лідером за вартістю видобутої мінеральної сировини, проте залишаються найбільшим її імпортером, прагнучи зберегти власні природні ресурси [3].

Матеріаловиробничий комплекс США охоплює гірничорудну, гірничо-хімічну, чорну й кольорову металургію, нафтохімію, деревообробну, целюлозно-паперову промисловість і виробництво будівельних матеріалів. Ці галузі використовують як власні, так і імпортні сировинні ресурси.

Чорна металургія — одна з найдавніших і базових галузей американської промисловості, що спирається на значні запаси залізної руди та коксівного вугілля. Традиційно сформувалися три основні райони: Приозерний, Північно-Аппалачський, Приатлантичний.

У сучасних умовах спостерігається зменшення обсягів виробництва сталі, через що США поступаються Китаю та Японії й стають великим імпортером металопродукції. Галузь зазнала децентралізації завдяки розвитку міні- та мідізабудов, що працюють на металоліній, привізному чавуні та залізородних окатках, розміщуючись ближче до споживачів [5].

Кольорова металургія зосереджена переважно на Заході та Півдні, у районах видобутку руди або поблизу портів, які приймають імпортовану сировину. Провідними є мідна та свинцево-цинкова галузі. Алюмінієва промисловість США — одна з найбільших у світі, працює на привізних бокситах і глиноземі, а її підприємства розташовані в районах із дешевою електроенергією — у Тихоокеанському Північному Заході, районі Галфу та в долинах річок Огайо і Теннессі [6].

Електроенергетика посідає провідне місце серед найбільш динамічних галузей економіки Сполучених Штатів Америки. Переважна частина електроенергії (близько 80%) виробляється на приватних підприємствах, основну роль серед яких відіграють теплові електростанції. При цьому приблизно 54% їх потужностей працює на вугіллі, 27% — на природному газі, а 19% — на мазуті. З огляду на підвищення вартості рідкого палива, значну частину таких станцій упродовж останніх років переведено на вугільне паливо.

Частка гідроелектростанцій у загальному енергетичному балансі країни поступово скорочується, хоча використовується менше 35% потенційних водних ресурсів. Найбільші гідроелектростанції зосереджені в західній частині США, переважно у басейнах річок Колумбія, Теннессі, Міссурі та Ніагара. Серед них

варто відзначити Гранд-Кулі, Джон-Дей і Роберт-Мозес, що мають важливе енергетичне значення для регіону.

З середини 1960-х років у США активно розвивається атомна енергетика. Спочатку атомні електростанції зосереджувалися на Північному Сході та Півдні країни, однак нині вони розташовані рівномірно по всій території, тяжіючи до великих промислово-урбанізованих зон. В останні десятиліття спостерігається зростання ролі південних штатів, насамперед Південноатлантичних і Південно-Західних, у загальній структурі енергетичного виробництва.

Радіоелектронна промисловість є однією з найдинамічніших та технологічно розвинених галузей економіки США. Її підприємства рівномірно розміщені по території країни. Найбільші центри виробництва — Лос-Анджелес, Чикаго, Нью-Йорк, Бостон і Анхайм. Серед провідних підприємств галузі виділяються завод Rockwell в Анхаймі, який виготовляє обладнання для авіаційно-космічної техніки, IBM у Покіпсі (виробництво обчислювальної техніки), Motorola у Фініксі (напівпровідникові прилади) та Western Electric у Чикаго (телефонне та телеграфне обладнання).

Приладобудування, попри відносно невелику кількість зайнятих, має надзвичайно високий рівень технологічного розвитку. США забезпечують близько 70% світового виробництва наукових і контрольно-вимірювальних приладів та приблизно 50% випуску фото- й кіноапаратури. Основними центрами галузі є Нью-Йорк, Бостон, Філадельфія, Чикаго та Рочестер.

Суднобудівна промисловість США перебуває у стані тривалого спаду, однак зберігає стратегічне значення завдяки виробництву військових кораблів — авіаносців, атомних підводних човнів і сторожових суден. Найбільші верфі розташовані на Атлантичному узбережжі (Ньюпорт-Ньюс, Гронт, Бостон, Балтімор, Філадельфія, Нью-Йорк), на узбережжі Мексиканської затоки (Паскагула, Новий Орлеан, Мобіл) і на Тихоокеанському узбережжі (Сан-Франциско, Сіетл, Сан-Дієго, Лос-Анджелес) [2].

Основними галузями легкої промисловості є текстильна, швейна та трикотажна. Після Другої світової війни у текстильному виробництві відбулися суттєві зміни: зменшилися обсяги випуску бавовняних і вовняних тканин, тоді як частка синтетичних і комбінованих волокон значно зросла й нині становить близько половини всієї продукції галузі. Упродовж ХХ століття спостерігалось переміщення виробництва з традиційного текстильного району Нової Англії до південних штатів, що зумовлено наявністю дешевшої робочої сили та близькістю до бавовняного пояса. Сьогодні виробництво високоякісних тканин зосереджене переважно на Північному Сході, тоді як новим осередком швейної промисловості став Лос-Анджелес, орієнтований на виготовлення модного одягу. Нью-Йорк, попри зниження обсягів виробництва, залишається одним із провідних центрів галузі [5].

Крім зазначених, у США добре розвинуті інші галузі: гумова, пластмасова, деревообробна, целюлозно-паперова, поліграфічна, фарфоро-фаянсова та виробництво будівельних матеріалів, що забезпечують стабільний розвиток промислового комплексу країни [2].

Окрім дослідження історичного розвитку промисловості США, важливо також звернути увагу на сучасні виклики, що впливають на цю галузь. До них належать зростаюча автоматизація виробництва, яка сприяє підвищенню ефективності та зниженню витрат, але водночас викликає питання щодо трансформацій на ринку праці. Важливе значення має перехід до зеленої енергетики, що стимулює впровадження екологічно чистих технологій і нових виробничих напрямків. Глобалізація відкриває для американських компаній нові ринки та можливості, але водночас посилює конкуренцію з боку інших країн.

Перспективними напрямками, у яких США можуть зберегти і навіть посилити своє лідерство, є високі технології, виробництво електроніки, біотехнології та відновлювана енергетика. Ключовими факторами підтримки конкурентоспроможності американської промисловості на світовій арені є активні інвестиції в науково-дослідні розробки та модернізацію виробничих процесів [7].

Президент США Джо Байден підписав закон CHIPS and Science Act, який передбачає \$280 мільярдів на розвиток ІТ-сфери США, зокрема \$52 мільярди буде спрямовано на стимулювання виробництва напівпровідників усередині країни. Метою закону є відновлення технологічного лідерства США та протидія зростаючій перевазі Китаю у високотехнологічних галузях. Закон також ухвалено на тлі глобального дефіциту чипів, що спричинив підвищений попит на ноутбуки, смартфони та інші пристрої.

Американська влада занепокоєна тим, що без державної підтримки виробники чипів можуть і далі переносити виробництво до Китаю, втрачаючи при цьому прибутки і технологічні переваги. Ці побоювання частково підтвердилися, коли компанія Intel подала запит до Міністерства торгівлі США на купівлю закинутого заводу в Китаї. Хоча від цієї ідеї згодом відмовилися, саме ці дії підштовхнули законодавців до пришвидшеного ухвалення закону, який має на меті залучити інвестиції у виробництво чипів безпосередньо в США [8].

В останні роки ЄС і США акцентують увагу на нагальній потребі розвитку відновлюваної енергетики, зокрема виробництва сонячних панелей і вітрових турбін. Це пов'язано з прагненням конкурувати з Китаєм, який нині домінує у цій сфері, а також із наміром повністю відмовитися від російського газу.

У 2022 році в США було прийнято закон IRA (Inflation Reduction Act), який передбачає надання субсидій для виробництва чистих енергетичних технологій на території країни. Хоча цей закон виявився ефективним у стимулюванні галузі, він викликав гостру критику з боку Єврокомісії, яка звинуватила США у протекціонізмі та недобросовісній конкуренції [9].

США є ключовим центром глобальної системи міжнародних економічних зв'язків. Зовнішньоекономічна діяльність країни включає експорт і імпорт капіталу, торгівлю товарами та послугами, надання допомоги іноземним державам, участь у міжнародних організаціях та використання долара США як основної світової валюти.

Країна посідає провідні позиції у світовому експорті капіталу. Раніше зовнішньоторговий баланс США був активним, проте з 1980-х років імпорт

перевищив експорт. Основними торговельними партнерами залишаються Канада, країни Західної Європи, Японія, Китай, а також держави Латинської Америки та Азії. В експорті США зростає частка машин, обладнання та автомобілів, тоді як частка продовольчих товарів і промислової сировини зменшується. В імпорті нарощується обсяг споживчих товарів, автомобілів і капітального устаткування, тоді як частка продовольства та сировини знижується.

США активно інтегруються у глобальні економічні процеси, утримуючи провідну роль у світовій економіці. Характерною особливістю економіки країни є її висока динамічність та здатність до структурних змін. Так, у 1970–1980-х роках відбулася реіндустріалізація — модернізація виробничої бази, енергетики та екологічної інфраструктури, а також підготовка до розвитку інформаційно-комп'ютерних технологій.

США утримують лідерство у сфері наукових досліджень та інновацій, фінансуючи початкові, найбільш захищені стадії науково-технічних розробок у пріоритетних галузях: інформаційних технологіях, матеріалознавстві, біо- та медичних технологіях [8].

### Список літератури:

1. Економіка Сполучених Штатів Америки

URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B0\\_%D0%A1%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%85\\_%D0%A8%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%96%D0%B2\\_%D0%90%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B8#](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B0_%D0%A1%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%A8%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%96%D0%B2_%D0%90%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B8#)(дата звернення: 22.09.2025)

2. Промисловість США

URL: <http://www.geograf.com.ua/usa/251-usaind>(дата звернення: 24.09.2025)

3. Загальна характеристика Сполучених Штатів Америки

URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/geograf/23459/>(дата звернення: 24.09.2025)

4. Обробна промисловість США

URL: [https://geoknigi.com/view\\_country.php?id=99](https://geoknigi.com/view_country.php?id=99)(дата звернення: 27.09.2025)

5. Отримання знань. США

URL: <https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/13173>(дата звернення: 27.09.2025)

6. Географія окремих галузе обробної промисловості США

URL: [https://eduknigi.com/geo\\_view.php?id=409](https://eduknigi.com/geo_view.php?id=409)(дата звернення: 27.09.2025)

7. Investopedia

URL: [https://www.investopedia.com/jpmorgan-launches-plan-to-invest-in-industries-deemed-critical-to-us-interests-11828838?utm\\_source](https://www.investopedia.com/jpmorgan-launches-plan-to-invest-in-industries-deemed-critical-to-us-interests-11828838?utm_source)(дата звернення: 11.10.2025)

8. Investory news

URL: <https://investory.news/bajden-pidpisav-zakon-chips-and-science-act/>(дата звернення: 11.10.2025)

9. «Зелені» технології: ЄС та США домовилися про мирну конкуренцію

URL:<https://www.rfi.fr/uk/%D1%94%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B0/20240726-%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%96-%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97-%D1%94%D1%81-%D1%82%D0%B0-%D1%81%D1%88%D0%B0-%D0%B4%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%81%D1%8F-%D0%BF%D1%80%D0%BE-%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BD%D1%83-%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D1%83%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8E>(дата звернення: 14.10.2025)

10. Промисловість США. Сільське господарство

URL: [https://geoknigi.com/book\\_view.php?id=211](https://geoknigi.com/book_view.php?id=211)(дата звернення: 15.10.2025)

## **PROMISING DEVELOPMENT AND MODERNIZATION OF AIRFIELD EQUIPMENT**

**Tamargazin Oleksandr,**  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
Kyiv State University «Kyiv Aviation Institute»

**Svitlana Kabyka,**  
Assistant  
Kyiv State University «Kyiv Aviation Institute»

The key element in ensuring the safe, regular, and efficient operation of an airport is the aerodrome engineering service. Its responsibilities encompass both the technical operation of the airport infrastructure and prompt response to changing weather conditions. The main functions of the aerodrome engineering service can be divided into the following groups:

- airfield monitoring and maintenance;
- seasonal maintenance;
- flight safety;
- operational equipment management;
- scheduled preventive maintenance.

The following tasks are addressed as part of airfield monitoring and maintenance:

- regular inspection of runways, taxiways, and aprons;
- measuring the pavement friction coefficient (at least four times per day, taking into account weather conditions);
- identifying and repairing airfield pavement defects: cracks, chips, peeling, and potholes;
- renewing pavement markings (usually twice a year).

Scheduled preventive maintenance includes preventative inspection of runway structures, routine pavement repairs (sealing seams, eliminating defects), and airfield preparation for seasonal loads (for example, improving drainage before floods).

Seasonal maintenance in winter includes clearing snow, ice, and slush, applying reagents, and preventing ice buildup. In summer, dust, debris, and foreign objects are removed, and the surfaces are watered to reduce temperatures and dust formation. In spring and fall, gutters and drainage systems are inspected to prevent water accumulation on the airfield.

To ensure flight safety, the aerodrome engineering service carries out the following:

- monitoring the condition of lighting and radio equipment;
- bird flock prevention (bioacoustics installations, gas cannons, reflective balls, nets, pyrotechnics);
- clearing areas critical to the operation of navigation systems (e. g., mowing grass).

Operational equipment management tasks include coordinating airfield equipment operations, planning airfield cleanup operations based on takeoff and landing schedules

(including coordination with air traffic controllers), and refueling and maintenance of airfield equipment.

All of this helps prevent incidents due to pavement defects or foreign objects, minimize delays through prompt cleaning and repairs, and reduce runway downtime through efficient airfield equipment planning.

Most of the technologies underlying the work of aerodrome engineering services are not groundbreaking in science and technology and are accessible to a wide range of specialists. However, since aerodrome equipment plays a vital role in ensuring flight safety and the efficient operation of airports, and the regularity of aircraft departures and arrivals directly depends on its reliability and serviceability, the development and modernization of aerodrome equipment is currently receiving considerable attention worldwide. Current trends in this area are aimed at increasing process automation, implementing innovative technologies, and improving environmental and ergonomic characteristics [1]. Let's consider the current development paths for aerodrome equipment.

One of the most important areas of aerodrome equipment development is the development and implementation of automated control systems. This significantly improves the efficiency and safety of work by eliminating the "human factor." For example, automatic baggage handling systems within the terminal, automated aircraft towing tractors, or robotic aircraft ground handling systems. All these innovations minimize human involvement in routine operations.

Another important area is the use of modern composite materials in the production of airfield equipment and airport facilities. The use of composites significantly reduces the weight of their structures, increasing their strength and reliability. For example, fuel tankers made of carbon fiber or fiberglass composites are becoming increasingly common. They offer increased corrosion resistance and are lighter than their metal counterparts.

Amid increasingly stringent environmental requirements, increasing attention is being paid to the development of hybrid and electric airfield equipment. This significantly reduces harmful emissions and noise levels at airports. Examples of such equipment include hybrid tugs, electric passenger steps, and battery chargers. The transition to electric propulsion is currently one of the priority areas for creating "green" airports.

An important aspect is improving the ergonomics of airfield equipment—the operator workstation, control system interface, and visibility. This should improve operator comfort and safety, and reduce fatigue. To this end, multifunctional touchscreen displays, all-round visibility systems, ergonomic seats, and controls are being introduced.

Along with the development of new models, an important focus is the modernization of existing airfield equipment [2]. This extends its service life and improves its technical and operational characteristics. For example, for refuelling tankers, it is important to retrofit them with modern fuel level measurement systems and replace their internal combustion engines with more environmentally friendly electric ones.

The development of innovative models of airport firefighting equipment deserves special attention. Their performance directly impacts the efficiency of fire suppression and the level of airport fire safety. Robotic or remotely controlled fire trucks are a promising development. They allow rapid arrival at the source of a fire and commence extinguishing operations, minimizing risks to personnel. The development of new highly effective fire extinguishing agents that are resistant to high temperatures and capable of quickly extinguishing fires is also important.

Robotic systems are increasingly being used at airports to perform routine and hazardous tasks in aviation engineering. Specifically [3]:

- autonomous snow removal machines with artificial intelligence are capable of independently clearing runways of snow, operating without constant human supervision. These systems will also minimize the use of chemical reagents when treating airfield surfaces;

- robotic machines for clearing runways and terminal areas, using sensors and artificial intelligence, detect and remove debris even in difficult weather conditions;

- robotic equipment associated with aircraft refueling, baggage loading, and aircraft maintenance will reduce the impact of human error on aircraft preparation for departure;

- robotic patrol vehicles and drones are used to monitor the airfield perimeter, detecting foreign objects and people;

- remote-controlled towing robots that provide maneuverability and precision when moving aircraft around the airfield.

Unmanned vehicles are also being developed for applying airfield markings, repairing airfield pavements, collecting de-icing fluid, and other operations.

In addition to electrification, technologies are being implemented to reduce energy consumption and environmental impact. For example, hybrid tractors use regenerative braking, which allows some energy to be returned to the battery. Solutions for the recovery and reuse of materials are also being developed (for example, retreading tires for fuel tankers).

Furthermore, versatile vehicles are being developed that allow for quick attachment replacement. Modular designs significantly simplify the replacement of faulty components.

Thus, the main trends in the development of modern airfield equipment are automation, the use of new materials, electrification, improved ergonomics, and the modernization of existing equipment. The implementation of these innovations will ensure a high level of flight safety and the quality of ground handling services at airports.

Another important aspect of airfield equipment modernization is the improvement of their maintenance and repair systems. Reliable and timely maintenance is the key to the smooth operation of the entire airport fleet. Modern information technologies make it possible to implement automated maintenance management systems for airports. These systems track the operating time and technical condition of each piece of equipment, independently plan maintenance schedules, request necessary spare parts, and plan their delivery logistics. This helps prevent unexpected breakdowns and

equipment downtime.

Modern airfield equipment is equipped with digital control, monitoring, and self-diagnostic systems. Remote diagnostics allow onboard systems to transmit real-time data on the equipment's condition, helping to predict malfunctions. Maintenance management software automates maintenance scheduling, requests necessary spare parts, and plans delivery logistics. This helps prevent unexpected breakdowns and equipment downtime.

Positioning and surveillance systems (such as multi-position systems) locate equipment on the airfield, improving the safety and efficiency of technological processes, especially in adverse weather conditions. Laser scanners (LiDAR) on specialized equipment automatically stop the vehicle if they detect obstacles.

### **References:**

1. Alonso Tabares, D., & Mora-Camino, F. (2017, June). Aircraft Ground Handling: Analysis for Automation. 17th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference. <https://doi.org/10.2514/6.2017-3425>
2. Alonso Tabares, D., Mora-Camino, F., & Drouin, A. (2021). A multitime scale management structure for airport ground handling automation. *Journal of Air Transport Management*, 90, 101959. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101959>
3. Kashkanov, V.A., Kashkanov, A.A., & Kuzhel, V.P. (2020). Information systems and technologies in road transport. Vinnytsia: VNTU.

## МОДЕЛЮВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ТОЧНОСТІ ОБСЕРВАЦІЇ СУДНА ВІД ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ЛІНІЙ ПОЛОЖЕННЯ

Алексейчук Богдан Михайлович

аспірант

Одеський Національний Морський Університет

Необхідність поточного контролю позиції судна із регламентованою точністю викликана забезпеченням його навігаційної безаварійності плавання в стислих водах, які характеризуються наявністю значної кількості навігаційних обмежень і перешкод. Для забезпечення потрібної точності визначення позиції судна проводяться обсервації із використанням надлишкових ліній положення (ЛП).

Визначення позиції судна являється операцією, яка має дві складові: інформаційну та розрахункову. Інформаційною складовою являється система ліній положення  $S_{LP}$ , яка містить інформацію про координати судна, і потребує вимірів навігаційних параметрів, які мають стохастичну складову через наявність випадкових похибок. Характеристиками системи  $S_{LP}$  являються: кількість ЛП  $n$ , її геометричний фактор  $k(n, \alpha_i)$ , який кутами  $\alpha_i$  враховує взаємне розташування ЛП, а також щільністю  $f(\xi)$  розподілу похибки  $\xi$  ЛП, яка відображає стохастичний характер вимірюваних навігаційних параметрів. Формально система  $S_{LP}$  може мати вигляд:

$$S_{LP} = \{n, k(n, \alpha_i), f(\xi)\}.$$

Розрахункова складова представлена алгоритмом  $F$  розрахунку координат судна  $X$  і  $Y$  по наявній системі  $S_{LP}$ , тобто:

$$[X, Y] = F\{S_{LP}\}.$$

Так як система  $S_{LP}$  має характеристику  $f(\xi)$ , то, очевидно, розраховані координати  $X$  і  $Y$  також є випадковими, і характеризуються векторіальною похибкою, дисперсія модуля якої характеризує точність обсервації судна. Тому операція визначення позиції судна має забезпечити максимальну точність координат судна.

Розглянемо вплив характеристик системи  $S_{LP}$  на значення дисперсії  $D_R$  модуля випадкового векторіальної похибки і покажемо коректність одержаних теоретичних результатів комп'ютерним імітаційним моделюванням для випадку коли похибки ЛП мають розподіл за нормальним законом, а розрахунок координат проводиться методом найменших квадратів.

В роботі [1] одержано вираз для мінімальної дисперсії  $D_R$  модуля випадкового вектора, розрахованого методом максимальної правдоподібності:

$$D_R = \frac{\sum_{i=1}^n \sin^2 \alpha_i + \sum_{i=1}^n \cos^2 \alpha_i}{s \left[ \left( \sum_{i=1}^n \cos^2 \alpha_i \right) \left( \sum_{i=1}^n \sin^2 \alpha_i \right) - \left( \sum_{i=1}^n \sin \alpha_i \cos \alpha_i \right)^2 \right]},$$

де  $s = \int_{R1} \frac{\left[ \frac{\partial}{\partial \xi_i} f(\xi_i) \right]^2}{f(\xi_i)} d\xi_i$ .

Так як розглядається випадок нормального розподілу похибок ліній положення  $\xi$ , то вираз для невласного інтегралу  $s$  з дисперсією  $\sigma^2$  визначається щільністю:

$$f(\xi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left(-\frac{\xi^2}{2\sigma^2}\right),$$

а її перша похідна:

$$\frac{\partial}{\partial \xi} f(\xi) = \left(-\frac{2\xi}{2\sigma^2}\right) \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left(-\frac{\xi^2}{2\sigma^2}\right), \quad \text{або} \quad \frac{\partial}{\partial \xi} f(\xi) = \left(-\frac{\xi}{\sigma^2}\right) f(\xi).$$

Тому вираз для інтегралу  $s$  має наступний вигляд:

$$s = \int_{R1} \frac{\left[ \frac{\partial}{\partial \xi} f(\xi) \right]^2}{f(\xi)} d\xi = \int_{R1} \frac{\xi^2}{\sigma^4} f(\xi) d\xi = \frac{1}{\sigma^2}.$$

Для розглянутого випадку остаточний вираз дисперсії  $D_R$ :

$$D_R = \frac{\sigma^2 \left( \sum_{i=1}^n \sin^2 \alpha_i + \sum_{i=1}^n \cos^2 \alpha_i \right)}{\left[ \left( \sum_{i=1}^n \cos^2 \alpha_i \right) \left( \sum_{i=1}^n \sin^2 \alpha_i \right) - \left( \sum_{i=1}^n \sin \alpha_i \cos \alpha_i \right)^2 \right]}. \quad (1)$$

Звертаємо увагу, що мінімальна дисперсія  $D_R$  модуля векторіальної похибки (1) залежить не тільки від невласного інтегралу  $s$ , а також і від геометричного фактору  $k(n, \alpha_i)$ :

$$k(n, \alpha_i) = \frac{\left( \sum_{i=1}^n \sin^2 \alpha_i + \sum_{i=1}^n \cos^2 \alpha_i \right)}{\left[ \left( \sum_{i=1}^n \cos^2 \alpha_i \right) \left( \sum_{i=1}^n \sin^2 \alpha_i \right) - \left( \sum_{i=1}^n \sin \alpha_i \cos \alpha_i \right)^2 \right]} = \frac{n}{\sum \sin^2(\alpha_i - \alpha_j)}.$$

В роботі [2] була одержана залежність дисперсії  $D_R$  від параметрів  $\alpha_i$  і  $n$  системи  $S_{LP}$ , розрахунок якої проводився для значень  $n$  від 2 до 10, а значення

кутів ЛП  $\alpha_i$  вибиралася рівномірно через постійний кут  $\Delta\alpha_i$  між сусідніми напрямками  $\alpha_i$  і  $\alpha_{i+1}$ .

В табл. 1 приведено результати розрахунків значень дисперсії  $D_R$  в залежності від числа  $n$  ЛП при вибраних найкращим чином кутах ліній положення  $\alpha_i$  [2]. При розрахунках приймалося значення дисперсії похибок ЛП  $\sigma^2=25$ .

Таблиця 1.

Величина дисперсії  $D_R$  в залежності від числа ЛП

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$D_R$	50	33,3	25	20,8	16,6	14,6	12,9	11,3	10

Для перевірки залежності величини дисперсії  $D_R$  від числа ЛП, похибки яких розподілені за нормальним законом, а обсервовані координати розраховувалися методом найменших квадратів, проводилося імітаційне комп'ютерне моделювання за наступним алгоритмом.

Спочатку за нормальним законом розподілу генерувалася вибірка похибок ЛП, що складається з 1000 членів. Розрахунок координат кожної обсервованої точки проводився по декількох лініях положення (від трьох до десяти), причому елементи ЛП (переноси  $\tau_i$  і напрямки градієнтів  $\alpha_i$ ) задавалися відносно істинного місця судна. Тому переноси  $\tau_i$  ліній положення дорівнюють їх похибкам  $\xi_i$ . При імітаційному моделюванні напрямки градієнтів  $\alpha_i$  вибиралися рівними  $\alpha_i = \frac{360}{k}i$ , де  $i=1, \dots, k$ , причому  $k$  - число ЛП.

Використовуючи згенеровану вибірку, методом найменших квадратів розраховувалося 500 обсервованих позицій, прирощення координат  $X$  і  $Y$  яких є проекціями векторіальної похибки, що дозволяє розрахувати їх дисперсії  $D_X$  і  $D_Y$ . Сума одержаних дисперсій являється дисперсією модуля векторіальної похибки  $D_R$ , тобто  $D_R = D_X + D_Y$ .

Таким чином були одержані дисперсії обсервацій при використанні від трьох до десяти ЛП. Так як значенням  $D_R$  притаманна стохастична варіація, то імітація  $D_R$  повторювалася десять разів і як результат вибиралося середнє значення  $D_{RS}$ . Результати моделювання представлені в табл. 2, в другому рядку якої для порівняння приведені значення дисперсії  $D_{RT}$ , розраховані за виразом (1), які показані в табл. 1.

Таблиця 2

Залежність значень дисперсій  $D_{RT}$  і  $D_{RS}$  від числа ліній положення

n	3	4	5	6	7	8	9	10
$D_{RT}$	33,3	25	20,8	16,6	14,6	12,9	11,3	10
$D_{RS}$	33,7	24,8	20,6	17,0	14,4	12,9	11,0	10,1
$\Delta\%$	1	1	1	2	1	0	3	1

В останньому рядку таблиці приведена процентна відмінність  $\Delta\%$  між значеннями дисперсій  $D_{RT}$  і  $D_{RS}$ . Аналіз таблиці показує гарну збіжність теоретичних і змодельованих значень дисперсії  $D_R$  модуля векторіальної похибки.

Імітаційною комп'ютерною програмою передбачено графічне відображення положень обсервованих позицій відносно істинного місця судна, математичного сподівання, що дозволяє зробити візуальну оцінку їх розсіювання. Так, в якості прикладу на рис. 1 і рис.2 показано розсіяння обсервованих позицій відносно істинного місця, яке знаходиться на перетині червоних ліній.

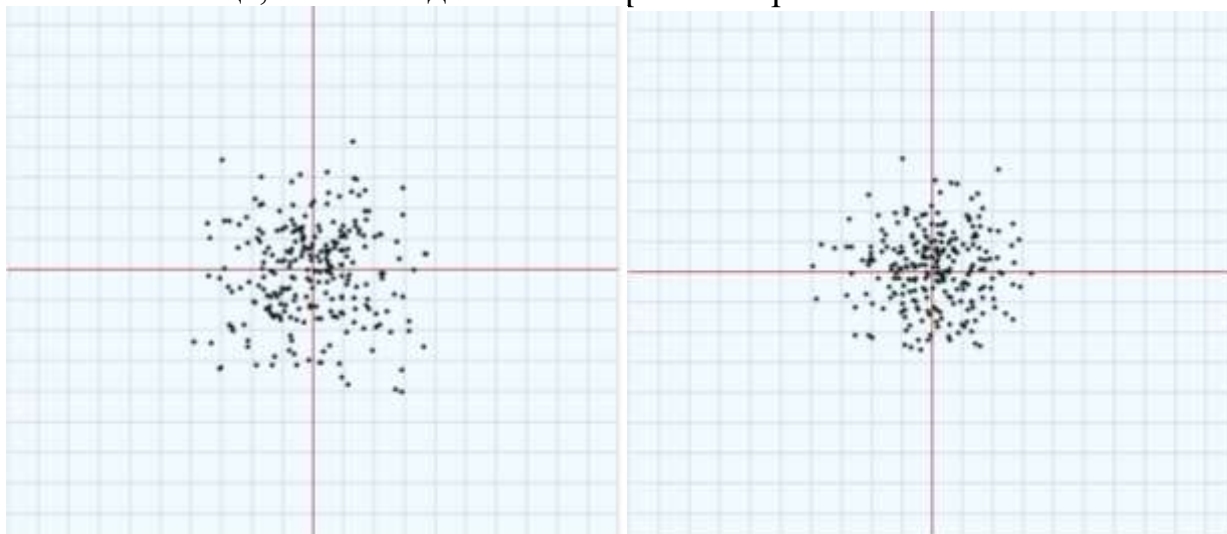


Рис.1. Розсіяння обсервованих позицій для трьох (зліва) і п'яти ЛП  
Власна розробка автора

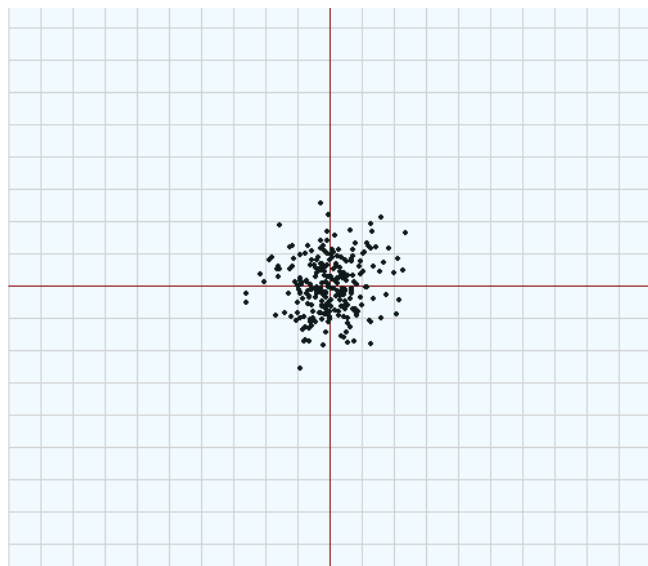


Рис.2. Розсіяння obserвованих позицій для десяти ЛП  
Власна розробка автора

Зліва на рис. 1 показано розсіяння obserвованих позицій при використанні трьох ЛП, чому відповідає найбільша дисперсія  $D_{RS} = 33,7$  і найвищий рівень розсіяння. В правій частині цього рисунку відображено obserвовані позиції, одержані за допомогою п'яти ЛП, причому дисперсія  $D_{RS} = 20,6$ , а рівень розсіяння має відносно зниження. Вкінєць, мінімальне розсіяння obserвованих позицій з дисперсією  $D_{RS} = 10,1$ , які характеризують obserвації з використанням десяти ЛП.

Підсумовуючи вище викладене, можна зробити наступний висновок. По-перше, імітаційним комп'ютерним моделюванням підтверджено коректність аналітичного виразу залежності значень дисперсії  $D_R$  від числа ліній положення. По-друге, застосований спосіб імітаційного комп'ютерного моделювання може бути використаний, як інструмент перевірки коректності аналогічних статистичних аналітичних результатів.

### Список літератури

1. И.И. Ворохобин, *Разработка теории и методов оценки и повышения надежности судовождения*, Одесса: НУ «ОМА», 2019 с.
2. Д.В Астайкин., В.Е Сикирин., И.И Ворохобин. и Б.М Алексейчук, *Оценка точности координат судна при избыточных измерениях*. Saarbrucken, Deutschland:: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017.

## ГРАНИЧНІ ОБСЯГИ ІМПОРТУВАННЯ ВУГІЛЛЯ З УРАХУВАННЯМ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ

**Макаров Віталій Михайлович**

кандидат технічних наук, старший дослідник,  
старший науковий співробітник  
Інститут загальної енергетики НАН України,  
м. Київ, Україна

**Білан Тетяна Романівна**

кандидат технічних наук, старший дослідник,  
старший науковий співробітник  
Інститут загальної енергетики НАН України,  
м. Київ, Україна

При імпорті вугілля, окрім якісних та вартісних характеристик вугілля потрібно враховувати можливості морських торговельних портів (МТП), залізничного транспорту України та логістику перевезень.

Стратегія розвитку МТП України на період до 2038 року [1] визначає спеціалізацію морських портів за основною номенклатурою вантажів, виходячи з кон'юнктури ринку з урахуванням таких критеріїв: питома частка обробки вантажів; територіальна наближеність МТП до сировинної бази та виробництва; обмеженість існуючої інфраструктури та наявність перспективних територій розвитку морського порту; оптимальність шляхів транспортування вантажів.

У якості обмеження на пропускну здатність доцільно взяти максимальну величину імпорту вугілля за останні роки 6,1 млн. т у 2017 р. (табл. 1) з урахуванням максимальної величини переробки імпортованого вугілля МТП на окупованих територіях – 1,3 млн т. у 2015 р.

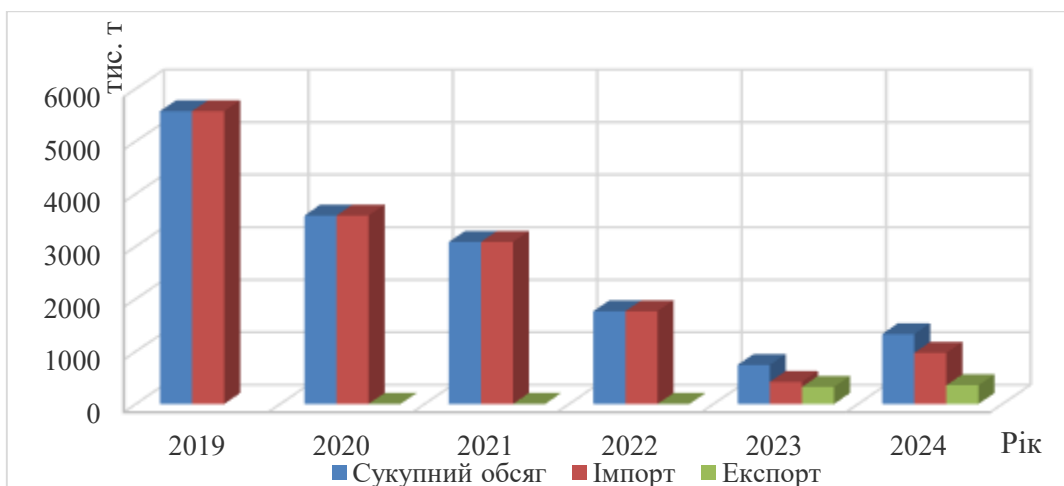
**Таблиця 1**

Обсяги переробки вугілля МТП України, млн т

Показник	2013 <sup>1)</sup>	2014 <sup>1)</sup>	2015	2017	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Всього</b>	<b>13,3</b>	<b>12,4</b>	<b>9,1</b>	<b>10,8</b>	<b>5,6<sup>2)</sup></b>	<b>3,6<sup>2)</sup></b>	<b>3,1<sup>2)</sup></b>	<b>1,8<sup>2)</sup></b>	<b>0,7<sup>2)</sup></b>	<b>1,4<sup>2)</sup></b>
Експорт	6,6	5,2	0,2	0,1	0	0	0	0	0,3	0,4
Імпорт	3,1	3,6	5,7	6,1	5,6	3,6	3,1	1,8	0,4	1,0
Транзит	3,6	3,4	3,1	4,4						
Внутрішні перевезення	0,03	0,2	0,1	0,2						

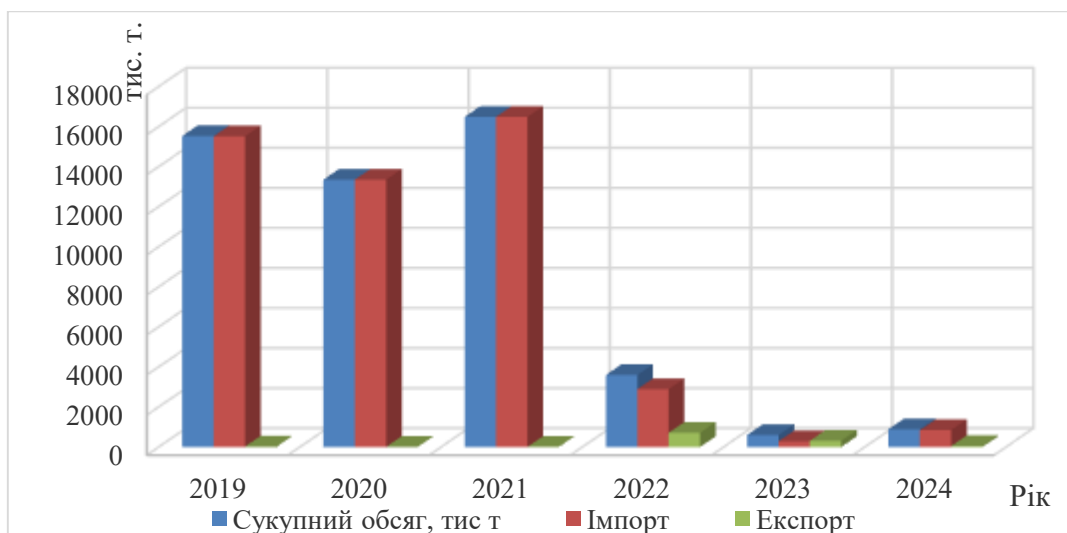
Примітка: 1 – з урахуванням портів АР Крим; 2 – без транзиту та внутрішніх перевезень.

Обсяги перевезень вугілля морським та залізничним транспортом за 2019-2024 рр. представлено на рис. 1–2.



**Рисунок 1.** Обсяги перевезень вугілля морським транспортом

Джерело рисунка: авторська розробка.



**Рисунок 2.** Обсяги перевезень вугілля залізничним транспортом

Джерело рисунка: авторська розробка.

Розрахунки обсягів надходження вугільних продуктів з-за кордону у період 2019-2024 рр. проводились на основі відкритих даних [2]. У 2024 р. найбільше вугілля було імпортовано морським транспортом зі США (366 тис. т), Австралії (345 тис. т), Колумбії (174 тис. т) та Канади (78 тис. т), залізницею з Польщі (397 тис.т), Чехії (276 тис. т) та Казахстану (159 тис. т).

Основними напрямками імпорту вугілля залізницею є Польща, Німеччина та Чехія. Операції по прийманню вугілля виконуються, відповідно до спеціалізації прикордонних станцій залізниць України [3], на прикордонних переходах з залізницями третіх країн. Згідно [4] перевезення сипучих вантажів, до яких належить вугілля, виконується у вагонах відкритого типу (напіввагонах), вантажопідйомність [5] яких становить 70 т. У табл. 2 наведено сукупні обсяги переробки імпортованих сипучих вантажів, що можуть бути оброблені цими станціями.

**Таблиця 2**

Обсяги переробки імпортованих сипучих вантажів прикордонними переходами

Прикордонний перехід	Вагонів/добу	млн т/рік
<i>Всього із західного напрямку</i>	<i>215</i>	<i>5,493</i>
У т. ч.		
перевантаження	80	2,045
перестановка	135	3,449

Таким чином, в якості сумарної пропускної здатності транспортної інфраструктури України при імпортуванні вугілля будемо вважати наступні значення: залізниці – 5,5 млн т/рік; морських торгових портів – 4,8 млн т/рік.

### Список літератури:

1. Стратегія розвитку морських портів України на період до 2038 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 11 липня 2013 р. № 548-р.
2. Статистичний імпорт та експорт паливно-енергетичних товарів. – Режим доступу: <https://map.ua-energy.org/uk/datasets/8b5b9f65-e288-4ba9-abf3-22746205f554>
3. Спеціалізація прикордонних станцій залізниць України на прикордонних переходах з залізницями третіх країн. – Режим доступу: [http://www.uz.gov.ua/cargo\\_transportation/general\\_information/border\\_stations/](http://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/general_information/border_stations/)
4. Розділ 14 Правила перевезення вантажів навалом і насипом. – Режим доступу: [http://www.uz.gov.ua/cargo\\_transportation/legal\\_documents/terms\\_of\\_freight/264715/](http://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/legal_documents/terms_of_freight/264715/)
5. Размеры ж/д вагонов. – Режим доступу: <http://t-h-logistics.com.ua/73>

The authors of the XII International Scientific and Practical Conference «Education and science in the modern world: problems and prospects» were representatives of the following educational institutions:

National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”; Kyiv Aviation Institute; National University “Odesa Maritime Academy”; National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”; Military Institute of Telecommunications and Information Technologies named after the Heroes of Kruty; State Scientific Research Institute for Testing and Certification of Armaments and Military Equipment; Mykhailo Ostrohradskyi Kremenchuk National University; General Energy Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine; Stepan Gzhytskyi Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies; West Ukrainian National University; Poltava State Medical University; Lviv Polytechnic National University; E. O. Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine; Odesa Polytechnic National University; Leonid Yuzkov University of Management and Law; Kharkiv National Medical University; Izmail State University of Humanities; Kazakhstan-Russian Medical University; Semey Medical University; Karaganda Medical University; Astana Medical University; S. D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University; Bogomolets National Medical University; Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University; Kharkiv State Academy of Physical Culture; Municipal Institution of Higher Education “Academy of Culture and Arts” of the Zakarpattia Regional Council; National University of Civil Protection of Ukraine; Kharkiv State University of Food Technology and Trade; Uzhhorod National University and others.

# **Education and science in the modern world: problems and prospects**

Scientific publications

Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference  
«Education and science in the modern world: problems and prospects»,  
Tallinn, Estonia. 201 p.  
(March 24-27, 2026)

UDC 01.1

ISBN – 979-8-90214-582-0

DOI – 10.46299/ISG.P.2026.1.12

Text Copyright © 2026 by the International Science Group (isg-konf.com).

Illustrations © 2026 by the International Science Group.

Cover design: International Science Group (isg-konf.com)©

Cover art: International Science Group (isg-konf.com)©

All rights reserved. Printed in the United States of America.

No part of this publication may be reproduced, distributed, or transmitted, in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

The content and reliability of the articles are the responsibility of the authors. When using and borrowing materials reference to the publication is required. 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 neighboring 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.

The recommended citation for this publication is: Pryimak L. Aerodrome ground support equipment safety as a system of integration of design, regulation and risk management. Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference. Tallinn, Estonia. 2026. Pp. 16-18 URL: <https://isg-konf.com/education-and-science-in-the-modern-world-problems-and-prospects/>