COMMUNICATION AS A FACTOR OF TRANSPARENCY IN SOCIAL INTERACTION: THE ERA OF DIGITALIZATION



ISBN: 978-83-66760-42-4

SCIENTIFIC EDITORS
Andriy Krysovatyy, Lesia Buiak, Oksana Koval, Marcin Radziłowicz

Elk – 2026

COMMUNICATION AS A FACTOR OF TRANSPARENCY IN SOCIAL INTERACTION: THE ERA OF DIGITALIZATION



Andriy Krysovatyy
Lesia Buiak
Oksana Koval
Marcin Radziłowicz
Scientific Editors

COMMUNICATION AS A FACTOR OF TRANSPARENCY OF SOCIAL INTERACTION: THE ERA OF DIGITALIZATION

Monograph

Recommended by the Academic Council of the West Ukrainian National University
(Protocol No. 4 dated December 19, 2025)

Elk – 2026

Communication as a Factor of Transparency of Social Interaction: The Era of Digitalization. Monograph. Scientific Editors: Andriy Krysovatyy, Lesia Buiak, Oksana Koval, Marcin Radziłowicz. Ełk, 2026. Publishing House: University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Ełk Campus Branch. 482 pages.

Reviewers:

Jan van Zwieten
Netherlands Business Academy, Kingdom of the Netherlands

Justyna Krzywkowska
University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Ełk Branch, Poland

Ivan Danyliuk
Taras Shevchenko National University, Ukraine

Cover design and DTP
Oksana Koval, Viktor Koval

ISBN: 978-83-66760-42-4

The monograph is published based on the research materials presented at the IV International Scientific and Practical Conference "Communication as a Factor of Transparency of Social Interaction: The Era of Digitalization", and within the framework of the implementation of the Ukrainian–American STEM project.

The articles included in the monograph are published in the authors' original wording. The views expressed in the publications are solely those of the authors. The authors bear full responsibility

linguistic accuracy, the authenticity of quotations, and the reliability of facts and references. The authors bear personal responsibility for compliance with the principles of academic integrity.

Publishing house:
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Filia w Ełku

© Copyright by UWM w Olsztynie i Autorzy – 2026
All rights reserved. Any use of the materials of this monograph requires reference to the source

CONTENTS

Oksana Desyatnyuk
Foreword **7**

Андрій Крисоватий
Вступне слово **9**

Yurij F. Wowczuk
Building the Future through STEM **11**

PART I

Ганна Йордан, Галина Синоруб
Дезінформаційні загрози під час війни та перспективи міжнародного партнерства **14**

Oksana Vivchar, Liliia Mykhailyshyn
Security Features of Information Warfare and the Role of Propaganda in Conditions of Hybrid Aggression: Implementation Mechanism and Effective Technologies..... **32**

Jacek Mrozek
Istota i specyfika starosłowiańskiej tradycji oralnej w kontekście bezpieczeństwa **46**

PART II

Анжеліка Бондарчук, Максим Вербовецький, Андрій Вільчинський
Роль медіа громад у сучасному цифровому комунікаційному середовищі..... **60**

Krystyna Ziółkowska
Skuteczna komunikacja jako realizacja zasady współżycia społecznego w miejscu pracy **74**

Tadeusz Masiowski, Bartosz Stachowiak, Piotr Wojnicz
Dialog społeczny jako narzędzie redukcji asymetrii informacji: perspektywa magazynowania energii i bezpieczeństwa energetycznego **85**

Олена Макарова
Криміналістичні та кримінально-процесуальні виміри динаміки комунікацій й переговорів у світі конфліктів **103**

PART III

Iryna Danylyuk
Artificial Intelligence as a Catalyst for Educational Transformation **114**

Tomasz Jakubiak
Artificial Intelligence in the Diocesan Curia: Conditions and Requirements not Regulated by Law for Responsible Implementation **128**

Оксана Башуцька
Цифровізація у системах зовнішнього забезпечення якості вищої та професійної освіти **142**

Lesia Buiak
Mathematical Modeling as a Tool for the development of Analytical Thinking and Digital Competence in the System of Vocational Education **184**

Оксана Коваль, Марія Бригадир, Юрій Вовчук
STEM-освіта в Україні: сучасний стан, виклики та перспективи цифровізації професійної підготовки **212**

Оксана Ляска
Використання VR-технологій у підготовці поліцейських: психологічні аспекти формування професійної стійкості **234**

Kateryna Pryshliak
Forecasting and Analytics of Educational Processes in the Context of Digital Transformation of Society **250**

Оксана Лесик, Світлана Пласконь, Руслана Руська
Інтелектуальні технології як інструмент персоналізованого навчання у вищій освіті..... **280**

Юрій Семененко
Технології цифрової взаємодії в педагогіці. Технології програмування, аналітика, блокчейн та відкриті дані **302**

Nadiia Khoma
Challenges, Advantages and Disadvantages of Digitalisation of Education in Ukraine..... **334**

Андрій Мушак
Послуговування елементами технології композиційно-структурного моделювання в курсах дистанційного навчання **347**

PART IV

Василь Г. Дем'янишин, Ольга Кириленко, Василь В. Дем'янишин
Стратегічні завдання, заходи та індикатори їхнього виконання стосовно розвитку цифровізації управління публічними фінансовими ресурсами **381**

Анна Іванова
Інноваційні технології в оподаткуванні: виклики та можливості для фінансової стійкості **396**

Zoriana Lobodina, Kateryna Berezka, Volodymyr Horyn
Diagnoza stabilności finansowej wspólnot terytorialnych Ukrainy w warunkach rozwoju inkluzyjnego na podstawie analizy klastrowej **409**

Valentyna Panasyuk., Yuliia Novak
Digitization of Accounting as a Driver of Effective Economic Development **433**

Марія Шестерняк
Цифрова трансформація системи контролю й аудиту: інноваційні технології, ризики та перспективи розвитку **448**

Віктор Русін
Комунікації у сфері публічних закупівель в епоху цифровізації на прикладі української системи Prozorro **461**

FOREWORD

In the 21st century, communication has ceased to be merely a tool for exchanging information. It has become a defining factor in the transparency, trust and sustainability of social systems. In the era of digitalisation, global interdependence, and constant crises, communication increasingly serves as a platform for shaping social, political, economic, and value-based realities, determining models of interaction between people, institutions, and states, and paving the way for dialogue or, conversely, conflict.

The monograph Communication as a Factor of Transparency in Social Interaction: The Era of Digitalization represents a cogent academic response to the multifaceted contemporary challenges. It combines interdisciplinary approaches and demonstrates that communication involves more than simply conveying messages; above all, it is a way to build mutual understanding, acceptance, and trust, even in situations of profound disagreement and conflict.

For Ukraine, this subject has a profound, existential significance. In the context of russia's military aggression, communication has become a matter of not only effective governance or international support, but also national resilience. It is through transparent, honest and responsible communication that social cohesion is built, trust between citizens and institutions is formed, and the truth about the war and Ukraine's values is conveyed to the international community.

This monograph compiles the research and practical findings of those who participated in the 4th international scientific and practical conference Communication as a Factor of Transparency in Social Interaction. The Era of Digitalisation, dedicated to the 60th anniversary of the founding of West Ukrainian National University. The conference served as a platform for professional dialogue between Ukrainian and international scholars, practitioners, representatives of government agencies and civil society.

The combination of theoretical models and applied approaches – through negotiations, mediation, crisis and intercultural communication, digital diplomacy, financial and managerial interaction, as well as inclusive practices in a blend of real and virtual environments – adds particular value to the monograph. The authors conclusively demonstrate that in conditions of information overload, hybrid threats and a hypercompetitive environment, traditional approaches to reaching a consensus often prove insufficient. Rather, emotional intelligence, empathy, active listening, and the use of digital technologies, big data analytics, and artificial intelligence to model and predict interaction outcomes are becoming increasingly important.

Crucially, the authors do not reduce communication solely to a technological or procedural dimension. The research focuses on people – their emotions, perceptions, experiences and ability to engage in dialogue. Indeed, it
can be argued that true transparency does not stem solely from the openness of information, but rather from a willingness to hear each other, acknowledge differences in positions, and seek a common truth, even in the absence of complete agreement.

West Ukrainian National University has consistently supported the development of international scientific cooperation, interdisciplinary research, and has nurtured a culture of tolerant interaction. We strive to deepen partnerships with Ukrainian and foreign higher education institutions, government agencies, non-governmental organisations, and expert groups in the fields of communication, negotiation, mediation, leadership, and strategic influence in the context of the digital transformation of society.

I am certain that this monograph shall become both a significant scientific achievement and a practical guide for researchers, teachers, administrators, diplomats, lawyers, and all those who work with people and for people. The ideas contained therein will contribute to the emergence of an open, transparent and harmonious society in which communication is a tool for understanding rather than division.

I look forward to profound intellectual discoveries and continued inspiration for further scientific and practical research.

Rector of West Ukrainian National University,
Doctor of Economic Sciences, Professor,
Honored Worker of Education of Ukraine
Oksana DESYATNYUK

ВСТУПНЕ СЛОВО

Сучасне суспільство вступило в період глибокої трансформації, спричиненої стрімким розвитком цифрових технологій, діджиталізацією комунікативних процесів та безпрецедентною взаємозалежністю дій глобальних акторів. У цих умовах комунікація стає не лише інструментом обміну інформацією, а й детермінантою транспарентності соціальної взаємодії, що визначає рівень довіри, ефективність прийняття рішень, стійкість суспільних інститутів та динаміку міжнародних відносин. Ера цифровізації загострила потребу в розумінні того, як інформаційні потоки, цифрові платформи й інтелектуальні технології впливають на поведінку індивідів і спільнот, моделюють соціальні практики та переосмислюють механізми соціальної, політичної й економічної координації.

У контексті глобальних викликів – війни, гібридних інформаційних впливів, нестабільності ринків, нерівності доступу до ресурсів і криз довіри – зростає необхідність у глибокому розумінні того, як комунікація моделює, посилює або, навпаки, зменшує ризики й невизначеність.

Монографія має на меті комплексно дослідити комунікацію як базовий фактор прозорості сучасної соціальної взаємодії, розкривши багатовимірні аспекти її еволюції під впливом цифрової трансформації. Представлений міждисциплінарний підхід дає змогу інтегрувати концепти міжнародних відносин, соціології комунікації, психології, фінансів, освіти, технологічних інновацій та безпекознавства, що забезпечує глибоке осмислення ролі комунікативних механізмів у формуванні стійких соціальних систем.

Структура монографії демонструє як у різних сферах – від глобальної дипломатії й переговорної динаміки в умовах конфліктів до освіти, фінансових систем та соціальної інклюзії – комунікація визначає ступінь транспарентності, впливає на прийняття рішень і виступає каталізатором стійкості.

Перший розділ присвячений аналізу міжнародного партнерства в умовах війни, де цифрова дипломатія, штучний інтелект і нові інструменти глобальної взаємодії відіграють важливу роль у підтриманні довіри між державами та міжнародними інституціями. Особлива увага приділена тому, як цифрові канали та алгоритмічні системи впливають на структуру дипломатичної комунікації, швидкість реагування та прозорість міжнародних рішень.

Другий розділ розкриває динаміку комунікацій і переговорів у світі конфліктів, де інформація стає ресурсом влади, впливу і протидії. Цифрові середовища відіграють ключову роль у формуванні поведінкових стратегій сторін конфлікту, моделюванні громадської думки та визначенні можливостей для деескалації. Особливий акцент зроблено на переговорах у гібридних і

багаторівневих конфліктах, де традиційні інструменти дипломатії доповнюються алгоритмічними технологіями прогнозування, моделювання та аналітики.

Третій розділ присвячений освітній сфері, яка переживає глибоку трансформацію під впливом цифрових технологій та штучного інтелекту. Освіта набуває характеру персоналізованої, доступної та інтерактивної екосистеми, у якій комунікація забезпечує не лише передачу знань, а й зворотний зв'язок, оцінювання, мотивацію та формування індивідуальних траєкторій навчання. Розділ підкреслює, як інновації в освітніх технологіях формують передумови для підвищення якості людського капіталу та зміцнення соціальної стійкості.

Четвертий розділ акцентує увагу на фінансовій стійкості в епоху цифровізації, розкриваючи значення прозорості, цифрових інновацій та управління ризиками для забезпечення ефективної взаємодії між суб'єктами фінансових відносин. Цифрові екосистеми створюють можливості для об'єктивності й відкритості фінансової взаємодії, підвищують ефективність управління ризиками та підтримують довіру між економічними агентами. Водночас, зростає значення комунікаційної грамотності в управлінні фінансовими потоками, оскільки цифрова інформація впливає на рішення, поведінкові моделі та ринкові тенденції.

Кожен розділ монографії збагачено думками провідних експертів у галузях міжнародних відносин, комунікацій, психології, освіти, фінансів та технологічних інновацій, а також короткими аналітичними замітками та коментарями, що дозволяє поєднати наукову теорію з практичними рекомендаціями та забезпечує глибоке і комплексне розуміння ролі комунікації у формуванні прозорих, ефективних і стійких соціально-економічних систем.

Представлена монографія формує сучасну інтерпретацію комунікації як ключового ресурсу розвитку, стійкості та конкурентоспроможності в епоху цифровізації. Вона буде корисною для економістів, дослідників, аналітиків, управлінців, фахівців у сфері публічної політики, фінансів, освіти, міжнародних відносин та всіх, хто аналізує роль інформації та комунікативних стратегій у формуванні прозорих і ефективних соціально-економічних систем.

Голова Вченої ради Західноукраїнського
національного університету,
доктор економічних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України
Андрій КРИСОВАТИЙ

BUILDING THE FUTURE THROUGH STEM

Today, Ukraine is once again facing trials that no nation in the world deserves. Yet despite the painful chapters of history, despite the darkness that seeks to dissolve our cities and our hearts, Ukraine stands. It stands because of people who speak the truth, do good, and defend freedom.

Our cooperation is more than professional projects or signed agreements. It is the quintessence of sincere hearts, meaningful relationships, warm emotions, and true friendship that knows no borders. I am honored to serve as a grant provider for the innovative project – STEM Laboratory of WUNU . This is not merely an educational initiative – it is a platform of opportunities, a space for new ways of thinking, and a foundation for the future of Ukraine.

The world is changing rapidly. Today, STEM is neither a trend nor a fashionable concept. It is a ticket for a scientific and technological nation into the future. The intensive global development of STEM education determines the need for new approaches: digitalization, experimentation, project-based learning, critical thinking, and engagement with technologies that do not merely complement human potential – but reveal it.

That is why, at West Ukrainian National University, we have launched a project that brings these values to Ukraine – the WUNU STEM Laboratory within the framework of the ILLUME program. It is a space where school students, university students, teachers, and researchers learn to think differently, see differently, and create differently. A place where knowledge is inseparable from practice, where technology works for people – not instead of them.

Today, WUNU is becoming a bridge between Ukrainian education and global institutions – American and European foundations, universities, and organizations. And I am proud that we are walking this path together.

Yet our vision is far broader.

We will not stop at a single project.

We will scale innovation across the entire country, because a nation fighting for freedom must simultaneously build its future – strong, high-tech, and unbreakable.

I thank everyone who fights on their own front – scientific, educational, communicational, cultural, or military. We are different in our professions, but united in our purpose.

Нехай слово єднає!
Нехай освіта змінює!
Нехай Україна переможе!
Слава Україні!

Director, Vovk Foundation Inc. (USA)
Director of Research, Organization for the Defense of Four Freedoms of Ukraine, Inc. (ODFFU/ООЧСУ)
Yurij F. WOWCZUK

PART I

International Partnership in Wartime: Digital Diplomacy, Artificial Intelligence, and Trust in Global Interaction

Ганна Йордан,
кандидат технічних наук,
доцент кафедри журналістики, доцент,
Тернопільський національний
педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка (Україна)
ORCID ID: 0000-0002-7048-7171

Галина Синоруб,
кандидат наук із соціальних комунікацій,
доцент кафедри журналістики, доцент,
Тернопільський національний
педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка (Україна)
ORCID ID: 0000-0001-7073-0752

ДЕЗІНФОРМАЦІЙНІ ЗАГРОЗИ ПІД ЧАС ВІЙНИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ МІЖНАРОДНОГО ПАРТНЕРСТВА

У науковій праці розкривається багатоаспектний характер гібридної війни росії проти України, зосереджуючись на дезінформації як її ключовому компоненті. Дезінформація (пропаганда, фейки, маніпуляції) спрямована на підрив національної єдності, довіри до влади, деморалізацію населення та ЗСУ, а також на дискредитацію України на міжнародній арені.

У статті аналізуються механізми інформаційної агресії РФ, що включають використання державних медіа, соціальних мереж для поширення «альтернативної реальності», зображення України як «неспроможної держави», а також застосування маніпулятивних наративів, як-от теза про «громадянську війну». Окремо висвітлено тактики психологічного тиску, зокрема навмисне нагнітання страху та тривоги та метод диверсифікації громадської думки шляхом акцентування на другорядних проблемах.

Досліджено стратегію протидії України російській пропаганді, яка базується на блокуванні проросійських ресурсів (телеканалів, інформагентств, соціальних мереж), підтримці незалежних медіа («Укрінформ», «Детектор Медіа»), систематичній верифікації інформації через фактчекінгові платформи (StopFake, Центр стратегічних комунікацій, «Антифейк») та підвищенні рівня медіаграмотності.

Публікація також акцентує на транснаціональному характері дезінформаційних загроз, зокрема, наступальних кампаніях росії проти європейських країн та США, що використовують створення фейкових інформаційних мереж, маніпуляції в соціальних мережах і штучний інтелект для поширення пропаганди. У відповідь на це, міжнародні партнери, зокрема ЄС,

запроваджують системні контрзаходи, такі як створення EUvsDisinfo, оновлення Кодексу практики щодо дезінформації та Акта про цифрові послуги.

Особливу увагу приділено перспективам міжнародного партнерства як єдиного дієвого інструменту протидії глобальним дезінформаційним мережам. Ключові напрямки такої співпраці включають обмін розвідувальними даними й аналітикою, технологічну та правову синхронізацію, спільне фінансування медіаграмотності, а також формування спільних контрнаративів. Підкреслюється, що повномасштабне вторгнення 2022 року каталізувало радикальну трансформацію міжнародного сприйняття України, перетворивши її на головного захисника демократичних цінностей та забезпечивши безпрецедентну підтримку.

***Ключові слова*:** медіа, наративи, дезінформація, ШІ, фейк.

Росія веде проти України не лише збройну боротьбу на фронті, а й гібридну війну в інформаційному просторі. Дезінформація (пропаганда, фейки, маніпуляції) є ключовим компонентом цієї агресії, спрямованим на підрив національної єдності та довіри до української влади, деморалізацію населення та Збройних Сил України, дискредитацію України на міжнародній арені, створення вигідного для ворога інформаційного фону в країнах-партнерах. Отже, ефективна протидія дезінформації є питанням національної безпеки та виживання.

Дезінформаційні загрози не обмежуються кордонами України. Російська пропаганда активно поширюється, впливаючи на політичні процеси, громадську думку на міжнародній арені. Це створює загрозу для коаліційної підтримки України. Відповідно, визріває необхідність у вивченні механізмів поширення дезінформації, форматів глобальної взаємодії, а також формуванні ефективної державної політики, зміцненні міжнародної співпраці та забезпеченні стійкості демократичних інститутів в умовах гібридної війни.

Після початку російсько-української війни інформаційна складова стала одним із головних елементів стратегії РФ. Росія використовує державні медіа та соціальні мережі як ключовий інструмент інформаційної агресії, спрямованої на формування «альтернативної реальності». Основна стратегічна мета – зобразити Україну як «неспроможну державу» з нездатністю гарантувати безпеку та стабільність. Для досягнення цієї мети ворог застосовує велику кількість маніпуляцій, продукує фейкові новини та залучає лояльних «експертів2. Особлива увага приділяється онлайн-простору, що забезпечує швидке та приховане поширення пропагандистських меседжів, які часто містять знайомі цільовій аудиторії символи та ідеологічні конструкції. Типовим прикладом маніпулятивного наративу є теза про «громадянську війну» в Україні, що визначає відповідальність росії за збройну агресію. Росія

вибудовує власну версію подій, яка базується на перекручених фактах, історичних міфах та вигаданих наративах[1].

Ще одним важливим напрямом інформаційної війни є спроби впливу на громадян України, особливо на тих, хто проживає в тимчасово окупованих районах. Учені В. Федоренко та М. Федоренко у своїх дослідженнях акцентують увагу на механізмах, за допомогою яких РФ намагається легітимізувати свою присутність у захоплених регіонах. Це включає активне використання місцевих колаборантів, поширення пропагандистських матеріалів через місцеві медіа, обмеження доступу до альтернативних джерел інформації та створення атмосфери страху й залякування[2]

Науковець А. Саларі слушно зауважує, що інформаційна війна є не просто медіа-явищем, а невід'ємною й вагомою частиною стратегії гібридної агресії з боку держави-окупанта. Інформаційний вплив має відчутні реальні наслідки: він формує суспільні настрої, впливає на політику та підриває довіру до державних інститутів. Хоча Україна зміцнила свої позиції, створивши спеціалізовані органи, блокуючи пропагандистські ресурси та підвищуючи медіаграмотність громадян, виклики залишаються серйозними. Росія постійно вдосконалює свої інформаційні операції, залучаючи нові технології, зокрема штучний інтелект та соціальні мережі. Отже, Україні необхідно продовжувати розвивати власну інформаційну стратегію, підтримувати незалежні медіа, посилювати інформаційну безпеку та активно залучати міжнародних партнерів для ефективної протидії пропаганді[3].

Дослідження інформаційної війни є необхідним, оскільки цей феномен сучасності суттєво впливає на світову політику та сприйняття подій. Українські науковці досліджують механізми маніпуляції та психологічного впливу, ключовим з яких є дезінформація – навмисне поширення викривленої інформації для створення хибної реальності. Учена О. Самчинська виділяє метод диверсифікації громадської думки росією в контексті відволікання уваги суспільства та уряду від стратегічних питань. Це досягається шляхом штучного роздування другорядних проблем, таких як економічна криза, енергетичні загрози чи політичні чвари. Така тактика гібридної війни має на меті дестабілізувати українське суспільство, підірвати довіру до державних інститутів і, зрештою, послабити опір агресору[2].

[1] Danilyan O. G., Dzeban A. P., Hetman Y. A. Features of information war in the media space in the conditions of Russian aggression against Ukraine. Multidisciplinary Research Journal. 2023. Vol. 1, No. 2. P. 85
[2] Fedorenko V., Fedorenko M. Russia's military invasion of Ukraine in 2022: Aim, reasons, and implications. Krytyka Prawa. Niezależne Studia nad Prawem. 2022. Vol. 14, No. 3. P. 99.
[3] Salari A., Hosseini S. H. Russia's attack on Ukraine: A review of the International Criminal Court's capacity to examine the crime of aggression. Access to Justice in Eastern Europe. 2023. Vol. 6, No. 2. P. 50

У ході інформаційної війни, поряд із розпорошенням уваги, важливу роль відіграють прийоми психологічного тиску. Дослідник Б. Гривнак підкреслює, що одним із найдієвіших методів є навмисне нагнітання страху та тривоги через поширення даних про реальні чи сфабриковані загрози. Це пов'язано з тим, що людина, перебуваючи у стресовому стані, втрачає здатність до раціонального мислення і легше піддається маніпуляціям. Російська пропаганда експлуатувала цю вразливість, залякуючи мешканців тимчасово окупованих територій майбутніми репресіями, насильством, терактами, нібито підготовленими українською стороною[4].

За визначенням вченої К. Кузьменкової медіа є головним інструментом сучасних інформаційних війн, перебираючи на себе не лише інформаційну, а й ідеологічну та політичну функції. Оскільки інформаційна війна має комплексний, багатоаспектний характер (культурний, економічний, політичний), протидія їй вимагає системної стратегії, що охоплює правові, політичні та технологічні контрзаходи[5]. Такий підхід передбачає розвиток національних медіа як альтернативи ворожій пропаганді та впровадження фактчекінгу, блокування дезінформаційних ресурсів. Досвід України в цій боротьбі є цінним як на національному, так і на міжнародному рівні.

Гібридна війна є відповіддю на обмеження класичних конфліктів у глобалізованому світі. Її ключова тактика – провокування та підтримка внутрішніх протиріч для послаблення держави-жертви[6]. Сучасна гібридна війна охоплює всі виміри існування держави, включаючи її воєнний, політичний, економічний, правовий та інформаційний простір. Агресор обирає оптимальні комбінації цих інструментів, що забезпечує високу ефективність прихованого впливу. Застосовуються такі методи, як маніпуляція громадською думкою, пропаганда, економічний шантаж та кібератаки, спрямовані на дестабілізацію державних інститутів. Життєво важливим для реалізації цієї стратегії є наявність єдиного керівного центру, який забезпечує злагоджену координацію всіх гібридних атак[7].

Керівництво гібридною війною може здійснюватися як офіційними державними структурами, так і непрямими агентами – від кримінальних угруповань і терористів до

[4] Гривнак Б. Дезінформація як загроза національній безпеці України в умовах неоголошеної російсько-української війни. Науковий вісник Вінницького національного технічного університету. 2024. № 1. с. 44.
[5] Кузьменкова К. Досвід Сполучених Штатів Америки щодо протидії дезінформації та можливості його використання в Україні. Вісник післядипломної освіти: збірник наукових праць. Серія «Соціальні та поведінкові науки». 2024. № 3. с. 79
[6] Кобко Є. В. Інформаційна війна та дезінформація: вплив на національну безпеку України. Правові новели. 2023. № 2. с. 68.
[7] (Варга Т. М. Дезінформація та пропаганда як інструменти ведення гібридної війни Росії проти України.Аналітично-порівняльне правознавство. 2024. № 1. с. 60

пропагандистських мереж. Така організаційна гнучкість дає змогу країні-агресору підтримувати високий ступінь керованого хаосу, ефективно змішуючи конвенційні військові сили з нелінійними методами (підривна діяльність, тероризм, дезінформація). Суть гібридної війни полягає в її всеосяжності, тобто в обов'язковому багатовекторному впливі на всі ключові сфери життя держави-жертви[8]

Ключові компоненти гібридної війни включають вплив на різні сфери життя, що реалізується через такі механізми:

- інформаційна дестабілізація, що полягає у поширенні дезінформації та психологічного тиску через соціальні мережі з метою розколу суспільства та імітації внутрішнього безладу;

- міжнародна дискредитація, що включає політичні маніпуляції, спрямовані на підрив довіри до влади та її ізоляцію на світовій арені;

- фінансове виснаження через економічний тиск (санкції, штучні кризи (валютні, торгові)) та обмеження доступу до ресурсів;

- енергетичний тиск із використанням енергетичних ресурсів як інструменту шантажу для впливу на політику;

- залякування та усунення шляхом проведення диверсій і терактів для дестабілізації ситуації в регіонах та ліквідації впливових осіб;

- приховані військові операції через ведення обмежених бойових дій, які агресор видає за внутрішній конфлікт;

- політичний тиск, використовуючи погрози зброєю масового ураження як засобу шантажу для досягнення політичних цілей.

На відміну від класичних конфліктів, гібридна агресія є багаторівневим і тривалим процесом, що розрахований на довгостроковий стратегічний вплив. Російська пропаганда застосовує як традиційні, так і сучасні цифрові методи маніпуляції. Її основні завдання – створити бажаний інформаційний фон, виправдовуючи власні дії, дискредитуючи українську державу та роз’єднуючи українське суспільство. Для обґрунтування агресії російська пропаганда активно експлуатує маніпуляції, пов’язані з історичними подіями, наполягає на концепції «єдиного історичного простору» і «братніх народів» (росіян та українців), що слугує запереченням суверенних прав України та виправданням війни[9].

[8] Гаргаун Я., Тулупніков Д. Пропаганда і дезінформація в російських та українських медіа: інформаційні технології у конфлікті. Науковий вісник Чорноморського національного університету імені Петра Могили. Серія «Соціальні комунікації». 2024. № 1. с. 46.

[9] Літвінчук І. С. Дезінформація в соціальних мережах: алгоритми протидії. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія «Філологія. Соціальні комунікації». 2023. Т. 34 (73), № 3. с. 90.

Російська пропаганда активно просуває наративи про «неспроможну державу», систематично звинувачуючи Україну в хаосі, економічному занепаді, корупції та внутрішній нестабільності. Мета – підірвати довіру українських громадян до влади та дискредитувати Київ в очах міжнародних партнерів. Одночасно росія поширює тезу про «зовнішнє управління», зображуючи Україну «маріонеткою Заходу» без власної незалежної політики. Цей наратив спрямований на внутрішню аудиторію та західну громадськість, намагаючись представити Україну як інструмент геополітичних цілей США та ЄС.

Окрім вище зазначених наративів, ворог продукує контент, спрямований на дискредитацію Збройних Сил України, яких пропаганда намагається таврувати як «неонацистів» та «злочинців». Це спонукає до підтримки війни росіянами та маніпулювання міжнародною думкою.

Ключовим елементом російської інформаційної стратегії є дезінформація, яка використовує різноманітні технології для створення хаосу. Фейкові новини масово поширюються через бот-мережі, сайти-агрегатори та фабрики тролів. Для підвищення довіри часто застосовується тактика «напівправди» (змішування достовірних і маніпулятивних фактів). Додатково залучаються «корисні ідіоти» – люди з реального світу (експерти, журналісти), які мимоволі транслюють російські меседжі. Також поширеними є документальні фальсифікації та маніпуляції з відео- та фотоматеріалами, коли зображення видаються за сучасні події або навмисно змінюється їхній контекст.

Після 2014 року, коли розпочалася російська агресія, Україна значно вдосконалила свою стратегію інформаційної протидії, яка базується на кількох стовпах: протидія дезінформації, розвиток власних незалежних медіа, зміцнення кібербезпеки та міжнародне партнерство у сфері інформації. Важливим елементом цієї політики стало обмеження поширення російської пропаганди. Українська влада поступово вводила заходи із блокування доступу до російських телеканалів та медіа, які активно використовували антиукраїнську риторику та маніпуляції. Зокрема, Національна рада з питань телебачення і радіомовлення однією з перших ухвалила рішення про заборону ретрансляції ряду пропагандистських телеканалів. Поряд із блокуванням телеканалів, Україна запровадила заборону діяльності низки російських інформаційних агентств, що діяли в українському інформаційному полі[10]

Україна не обмежилася забороною російських медіа, а й запровадила обмеження на використання російських соціальних мереж та інтернет-платформ. Ці кроки були необхідні,

[10] Ткачук К. О. Інститут пропаганди Росії та його вплив на російсько-українську війну. DSpace Національного авіаційного університету. 2023. с. 47

оскільки ці ресурси слугували для пропагандистських кампаній, збору даних та організації заходів, спрямованих на дестабілізацію країни. Зокрема, у 2017 році було прийнято рішення про їх блокування[11].

Для ефективної боротьби з російською пропагандою Україна сфокусувалася на посиленні медіаполітики та підтримці незалежних інформаційних ресурсів. Держава сприяє роботі таких медіа, як «Укрінформ», «Цензор.НЕТ», «Радіо Свобода», «Ліга.net» і «Детектор Медіа», ключова місія яких полягає у викритті фейків і формуванні для громадян об'єктивної інформаційної картини[12]

Україна протидіє російській пропаганді, застосовуючи комплексну стратегію, яка включає: блокування проросійських телеканалів та інформагентств, обмеження доступу до їхніх соціальних мереж, а також підтримку незалежних медіа і фактчекінгових платформ (наприклад, StopFake). Завдяки цим заходам, вплив російської дезінформації в Україні значно знизився, попри те, що розробляються нові методи агресії. Ключовим напрямком є систематична верифікація інформації. Українські державні та громадські структури, включаючи StopFake[13] і Центр стратегічних комунікацій[14], активно викривають російську дезінформацію, публікуючи аналітичні матеріали та розвінчуючи фейки. «Антифейк»[15] (Центр SPRAVDI) – ініціатива, що зосереджена на спростуванні фейкових новин, поширюваних через прокремлівські канали та соцмережі. Його мета – протидіяти спробам дискредитації ЗСУ, влади та міжнародної підтримки, а також розвінчувати операції, спрямовані на сі́яння паніки. Завдяки аналітиці та доказовому спростуванню, «Антифейк» підвищує стійкість українського суспільства до маніпуляцій Подальша боротьба вимагає постійної адаптації, міжнародної співпраці та посилення критичного мислення громадян.

Україна активно розвиває державну стратегію стратегічних комунікацій, метою якої є зміцнення позитивного міжнародного іміджу. Це досягається через інформаційні кампанії про реалії війни, тісну співпрацю з іноземними медіа та дипломатичні зусилля для донесення української позиції світовій спільноті. Крім того, критично важливим є підвищення

[11] Ільницький В., Старка В., Галів М. Російська пропаганда як елемент підготовки до збройної агресії проти України. Український історичний журнал. 2022. № 4. с. 29.
[12] Васильєва Н. В. Пропаганда як складова інформаційно-комунікативної політики і загроза національній безпеці. Таврійський науковий вісник. Серія «Державне управління». 2022. № 1. с 114
[13] Офіційний сайт - StopFake.org. URL: https://www.stopfake.org/uk/golovna/).
[14] Офіційний сайт - Центр стратегічних комунікацій.. URL: https://spravdi.gov.ua
[15] Офіційний сайт - Ініціатива «Антифейк». URL: https://spravdi.gov.ua/antyfejk/page/7/

медіаграмотності населення. Українські освітні програми акцентують увагу на розвитку критичного мислення, вмінні розпізнавати маніпуляції та перевіряти факти[16].

Пропагандиські, ворожі наративи набули і міжнародного поширення. За результатами Національного інституту стратегічних досліджень виявлення російських дезінформаційних кампаній за кордоном досягло свого апогею навесні 2024 року, коли Європа перебувала у особливо чутливому передвиборчому періоді. У березні 2024 року в Чехії було викрито проросійську мережу, яку фінансував Віктор Медведчук. Вона проводила операції впливу через празький новинний ресурс «Голос Європи» (Voice of Europe), на сторінках якого регулярно з'являлися замовні матеріали від ультраправих європейських політиків і депутатів. Того ж місяця у Бельгії виявили випадки підкупу парламентарів з боку росії, після чого було розпочато кримінальне розслідування. У Польщі відбулися обшуки, спрямовані на викриття російського шпигунства, у якому підозрювали польського громадянина, пов'язаного з політичними колами. Тим часом в Австрії за співпрацю з російськими спецслужбами заарештували ексофіцера розвідки, який мав тісні зв'язки з «Австрійською партією свободи».

У квітні з'явилася інформація про підозру в шпигунстві на користь РФ та КНР головного кандидата від партії «Альтернатива для Німеччини» М. Кра. Також у Баварії затримали двох російських шпигунів і диверсантів, а вже у травні 2024 року розпочалося розслідування проти депутата від «Альтернативи для Німеччини» П. Бистрона, якого підозрюють у отриманні хабарів та зв'язках із ФСБ РФ[17].

Наступальна інформаційна кампанія» росії проти європейських країн базується на вже перевірених та ефективних методах впливу, серед яких:

– поширення російської пропаганди та просування власного порядку денного через державні медіа (зокрема RT і Sputnik), які намагаються обійти обмеження ЄС, використовуючи, наприклад, VPN-мережі;

– створення фейкових інформаційних мереж, що імітують відомі європейські медіа – такі, як Bild (Німеччина), 20minutes (Франція), ANSA (Італія) чи The Guardian (Велика Британія);

– розгортання «сплячих» сайтів – спершу неактивних сторінок, які збирають аудиторію на неполітичному контенті, а згодом, здобувши довіру користувачів, починають поширювати дезінформацію;

[16] Йордан Ганна, Синоруб Галина. Інструменти штучного інтелекту в журналістській практиці: верифікація контенту. *Регіональна журналістика в Україні: історія, реалії, виклики, перспективи* : зб. наук. пр. за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної онлайн-конференції. за ред. С. В. Семенко. Полтава: ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2023. № 9. С. 60-66.

[17] Російські дезінформаційні кампанії в Європі. Національний інститут стратегічних досліджень. 2024. URL: https://niss.gov.ua/doslidzhennya/mizhnarodni-vidnosyny/rosiyski-dezinformatsiyni-kampaniyi-v-yevropi

– маніпуляції у соціальних мережах, зокрема через масові «фабрики ботів», що формують і поширюють вигідні кремлю наративи;

– кібертаки та хакерські операції проти критичної інфраструктури та урядових сайтів європейських держав, які здійснюють такі російські угруповання, як Advanced Persistent Threat 28 (APT28) або Fancy Bear, пов'язані з ГРУ РФ[18].

Видання The Register повідомляє, що росія створила понад 200 вебсайтів, які поширюють вигадані новини, маскуючись під місцеві медіа у США, Франції, Канаді та Норвегії. Йдеться про мережу під назвою CopyCop, яка активно розширюється. Такі ресурси видають себе за регіональні медіа або навіть за псевдофактчекінгові платформи. Використання штучного інтелекту робить кампанію дешевшою, швидшою та ефективнішою: фейки пристосовують під конкретну аудиторію, вплітають у локальний інформаційний простір і вводять в оману навіть досвідчених користувачів. Основна мета мережі – дискредитувати американських політиків і розпалити суспільну напругу. Кожна вигадана «історія про корупцію» чи «змову» підриває довіру до державних інституцій і може спричинити дестабілізацію в країні. Транснаціональний характер CopyCop робить цю операцію глобальною загрозою. Повторення одних і тих самих наративів у різних країнах створює «ефект лавини», який підриває єдність західних держав. Це ще один приклад використання дезінформації та сучасних технологій як зброї у гібридній війні[19].

Кампанія з дезінформації, розгорнута пов'язаними із Кремлем структурами, схожа на ті, що спостерігаються в Європі. Вони прагнуть домогтися зменшення підтримки України, підірвати довіру до своїх інституцій та поляризувати суспільство. Як зазначає Якуб Каленські з Центру передового досвіду з протидії гібридним загрозам у Гельсінкі, протидія дезінформації потребує комплексного та системного підходу, що включає низку взаємопов'язаних контрзаходів. Зокрема, йдеться про посилення моніторингу та фіксації російських дезінформаційних операцій, підвищення рівня обізнаності та критичного мислення аудиторії, а також запобігання використанню агресором вразливостей суспільства й соціальних мереж, таких як поляризація та суспільні розбіжності[20].

[18] Kallea Eleni Russia, disinformation and Europe's battle for truth.8th May 2024. URL: : https://www.socialeurope.eu/russia-disinformation-and-europes-battle-for-truth).
[19] Аналітичний звіт «Мережа російського деструктивного інформаційного впливу CopyCop». Центр протидії дезінформації. URL: https://cpd.gov.ua/reports/analitychnyj-zvit-merezha-rosijskogo-destruktyvnogo-informaczijnogo-vplyvu-copycop/
[20] Ворожко Т. Як російська дезінформація про Україну просочується в американську політику. Голос Америки. 2024. URL: https://www.holosameryky.com/a/desinformatsija-rosija/7567470.html .

Окрім країн Європи, росія посилила інформаційні атаки проти Сполучених Штатів Америки, активно застосовуючи штучний інтелект. За даними американської компанії NewsGuard, що спеціалізується на оцінці надійності джерел інформації, саме росія стоїть за більшістю спроб вплинути на американське суспільство через фейки, deepfake-відео, підроблені сайти та соціальні мережі. «Росія створила розгалужену мережу дезінформаційних ресурсів, відому під назвою Pravda... До неї нині входить понад 150 сайтів у 49 країнах, які лише за один рік поширили понад 3,6 мільйона матеріалів, що відтворюють кремлівські наративи. Ці платформи систематично атакують американські медіа, звинувачуючи їх у «фейковості» або «пропаганді»», – зазначає Центр протидії дезінформації при Раді національної безпеки і оборони з посиланням на аналітику американської компанії NewsGuard. Такі ресурси навмисне засмічують пошукові системи та моделі штучного інтелекту дезінформаційним контентом. Унаслідок цього ШІ-алгоритми починають відтворювати кремлівські меседжі, вводячи користувачів в оману (Росія посилила інформаційні атаки на США з використанням штучного інтелекту – ЦПД.Укрінформ.2025[21].

Після початку повномасштабного вторгнення Росії в Україну у лютому 2022 року США, Велика Британія, Канада та Європейський Союз, а також провідні технологічні компанії, запровадили жорсткі обмеження на діяльність телеканалу RT через поширення ним дезінформації про війну. Ці заходи досягли свого апогею у 2024 році, коли американська влада ввела санкції проти керівництва RT, зокрема проти головної редакторки Маргарити Симоньян, звинувативши її у спробах підірвати довіру суспільства до державних інституцій США.

Зазначимо, що США повідомили країнам Європи про відмову від спільних зусиль у боротьбі з дезінформацією з боку таких країн, як Росія, Китай та Іран. Меморандуми були частиною ініціативи, яку очолив Центр глобальної взаємодії (GEC), агентство Державного департаменту, що займається боротьбою з дезінформацією, яка поширюється за кордоном супротивниками США і терористичними групами. У грудні 2024 року при Держдепі США підрозділ боротьби з іноземною пропагандою. А у квітні 2025 року Держдеп США закрив відділ, який протидіяв, зокрема, російській дезінформації[22].

Російсько-українська війна сприяла посиленню співпраці міжнародних організацій та урядів у сфері стратегічних комунікацій. Європейський Союз, НАТО та ООН активізували

[21] URL:https://www.ukrinform.ua/rubric-world/4044992-rosia-posilila-informacijni-ataki-na-ssa-z-vikoristannam-stucnogo-intelektu-cpd.html).
[22] Троян В. FT: США припиняють співпрацю з ЄС у протидії дезінформації з Росії, Китаю та Ірану. Інститут масової інформації. 2025.URL: https://imi.org.ua/news/ft-ssha-prypynyayut-spivpratsyu-z-yes-u-protydiyi-dezinformatsiyi-z-rosiyi-kytayu-ta-iranu

свою комунікаційну діяльність, спрямовану на підтримку України та протидію російській дезінформації. Водночас війна сприяла перегляду підходів до інформаційної безпеки, що в майбутньому може змінити структуру глобальної комунікаційної системи.

Жодна країна не може ефективно протистояти глобальним дезінформаційним мережам наодинці. Міжнародне партнерство є єдиним дієвим інструментом для обміну досвідом та технологіями (фактчекінг, аналітика, кіберзахист), синхронізації санкційних та регуляторних механізмів проти пропагандистських медіа, спільного фінансування проєктів із медіаграмотності та підтримки незалежних медіа. Дослідження перспектив цього партнерства є важливим для розробки стратегічних рішень на рівні державної політики та міжнародної дипломатії.

Міжнародне сприйняття України різко змінилося після російської агресії 2014 року. Раніше країна розглядалася як пострадянська «буферна зона» між Європою та Росією, а її міжнародна підтримка була мінімальною, попри демократичні прагнення.

Події 2014 року, включаючи анексію Криму, підвищили статус України до держави, що протистоїть агресії. Відносини із Заходом активізувалися (санкції ЄС, співпраця з НАТО), хоча допомога залишалася переважно невійськовою. Хоча Угода про асоціацію та безвіз у 2017 році підкреслили європейський вибір, до 2022 року Захід все ще сприймав конфлікт на Донбасі як «заморожений» і «локальний».

Повномасштабне вторгнення у лютому 2022 року стало каталізатором: Україна перестала бути «буферною зоною» і стала головним захисником демократичних цінностей. Це викликало безпрецедентну та активну військову й економічну підтримку з боку міжнародної спільноти, замінивши попередню політику «стримування» на пряму допомогу[23]. Поступове визнання України як важливого геополітичного гравця після 2014 року переросло в радикальну трансформацію ставлення після вторгнення 2022 року. Світова спільнота відкинула свою попередню м'якість і перейшла до рішучої підтримки України в усіх вимірах – інформаційному, політичному, економічному та військовому[24].

Після 2022 року глобальний інформаційний простір став менш сприйнятливим до російської пропаганди: низка країн заблокувала державні медіа РФ («Russia Today», «Sputnik»), тоді як фактчекінгові організації та журналісти посилили викриття кремлівських фейків.

[23] Гой Н. В., Вейдер Т. М., Мединська Т. І. Роль бренд-менеджменту у формуванні іміджу України як бізнес-партнера: вплив на міжнародне сприйняття. Бізнес Інформ. 2024. № 2. С. 47

[24] Ілляшенко С. М., Шипуліна Ю. С. Вплив міжнародного іміджу України на перспективи її повоєнного інноваційного розвитку. Інноваційна економіка і цифрові технології. 2023. № 3. С. 78.

Протидія російській дезінформації з боку Європейського Союзу включає низку системних заходів, серед яких:

- створення у 2015 році платформи EUvsDisinfo – головного проєкту Оперативної робочої групи зі стратегічних комунікацій ЄС. Її завдання – виявлення та регулярний аналіз випадків дезінформації у європейських державах;

- оновлення з 2022 року Кодексу практики щодо дезінформації – ініціативи, спрямованої на демонетизацію фейкового контенту в інтернеті, забезпечення прозорості політичної реклами, підтримку фактчекерів і розширення прав користувачів;

- удосконалення правового регулювання цифрових послуг через оновлення Акта про цифрові послуги (Digital Services Act), який запроваджує чіткі правила для онлайн-платформ, підвищує їхню прозорість та підзвітність;

- посилення санкцій проти російських державних медіа, зокрема заборона їх мовлення на території ЄС;

- проведення розслідувань як на загальноєвропейському рівні, так і в межах окремих держав-членів, щодо іноземного втручання та операцій впливу третіх країн;

- реалізація проактивних заходів, серед яких – нові фактчекінгові ініціативи, розвиток медіаграмотності громадян, а також системний моніторинг і раннє виявлення дезінформаційних кампаній[25]

Перспективи міжнародного партнерства у протидії дезінформаційним загрозам під час війни є багатообіцяючими та охоплюють такі ключові напрямки:

- обмін розвідувальними даними та аналітикою (створення спільних центрів аналізу для оперативного виявлення, моніторингу та деконструкції російських дезінформаційних кампаній (ІПсО) у режимі реального часу. Обмін технічними даними щодо використання ШІ, бот-мереж та нових цифрових платформ для поширення ворожої пропаганди);

- технологічна та правова синхронізація полягає у розробці єдиних стандартів та регуляторних механізмів для тиску на великі технологічні платформи (Meta, X, TikTok) з метою забезпечення прозорості та швидкого блокування деструктивного контенту. Спільна робота над санкційними списками для пропагандистських медіа та осіб, причетних до ведення інформаційної війни);

[25] Російські дезінформаційні кампанії в Європі.Національний інститут стратегічних досліджень. 2024. URL: https://niss.gov.ua/doslidzhennya/mizhnarodni-vidnosyny/rosiyski-dezinformatsiyni-kampaniyi-v-yevropi

- фінансування та підтримка стійкості завдяки міжнародному фінансуванню українських незалежних медіа та фактчекінгових організацій для підвищення їхньої фінансової стійкості та здатності працювати в умовах війни. Підтримка програм медіаграмотності на національному та міжнародному рівнях, особливо серед вразливих груп населення та у країнах Глобального Півдня, де російська пропаганда шукає нові аудиторії;

- спільне формування контрнаративів задля координації стратегічних комунікацій для спільного просування правдивих наративів про війну, воєнні злочини та важливість підтримки України на світовій арені. Використання досвіду України у протидії гібридним загрозам як основи для тренінгових програм та стратегій безпеки для країн-партнерів.

Співпраця України з іншими країнами щодо посилення інформаційної безпеки, боротьби з дезінформацією та формування стратегічних наративів – це критичні елементи для досягнення успіху на міжнародній арені та забезпечення підтримки України в боротьбі за свою свободу.

Список використаних джерел

Аналітичний звіт «Мережа російського деструктивного інформаційного впливу CopyCop». Центр протидії дезінформації. URL: https://cpd.gov.ua/reports/analitychnyj-zvit-merezha-rosijskogo-destruktyvnogo-informaczijnogo-vplyvu-copycop/.

Варга Т. М. Дезінформація та пропаганда як інструменти ведення гібридної війни Росії проти України. Аналітично-порівняльне правознавство. 2024. № 1. с. 60.

Васильєва Н. В. Пропаганда як складова інформаційно-комунікативної політики і загроза національній безпеці. Таврійський науковий вісник. Серія «Державне управління». 2022. № 1. с 114.

Ворожко Т. Як російська дезінформація про Україну просочується в американську політику. Голос Америки. 2024. URL: https://www.holosameryky.com/a/desinformatsija-rosija/7567470.html.

Гаргаун Я., Тулупніков Д. Пропаганда і дезінформація в російських та українських медіа: інформаційні технології у конфлікті. *Науковий вісник Чорноморського національного університету імені Петра Могили. Серія «Соціальні комунікації»*. 2024. № 1. с. 46.

Гой Н. В., Вейдер Т. М., Мединська Т. І. Роль бренд-менеджменту у формуванні іміджу України як бізнес-партнера: вплив на міжнародне сприйняття. *Бізнес Інформ*. 2024. № 2. С. 47.

Гривнак Б. Дезінформація як загроза національній безпеці України в умовах неоголошеної російсько-української війни. *Науковий вісник Вінницького національного технічного університету*. 2024. № 1. с. 44.

Йордан Ганна, Синоруб Галина. Інструменти штучного інтелекту в журналістській практиці: верифікація контенту. *Регіональна журналістика в Україні: історія, реалії, виклики, перспективи* : зб. наук. пр. за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної онлайн-конференції. за ред. С. В. Семенко. Полтава: ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2023. № 9. С. 60-66.

Ільницький В., Старка В., Галів М. Російська пропаґанда як елемент підготовки до збройної аґресії проти України. Український історичний журнал. № 4.2022. с. 29.

Ілляшенко С. М., Шипуліна Ю. С. Вплив міжнародного іміджу України на перспективи її повоєнного інноваційного розвитку. Інноваційна економіка і цифрові технології. 2023. № 3. С. 78.

Ініціатива «Антифейк» URL: https://spravdi.gov.ua/antyfejk/page/7/.

Кобко Є. В. Інформаційна війна та дезінформація: вплив на національну безпеку України. Правові новели. 2023. № 2. с. 68.

Кузьменкова К. Досвід Сполучених Штатів Америки щодо протидії дезінформації та можливості його використання в Україні. Вісник післядипломної освіти: збірник наукових праць. Серія «Соціальні та поведінкові науки». 2024. № 3. с. 79.

Літвінчук І. С. Дезінформація в соціальних мережах: алгоритми протидії. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія «Філологія. Соціальні комунікації». 2023. Т. 34 (73), № 3. с. 90.

Самчинська О. Дезінформація: поняття та сутність. Administrative law and process. 2022. № 2. с. 57.

Російські дезінформаційні кампанії в Європі.Національний інститут стратегічних досліджень. 2024. URL: https://niss.gov.ua/doslidzhennya/mizhnarodni-vidnosyny/rosiyski-dezinformatsiyni-kampaniyi-v-yevropi

Росія посилила інформаційні атаки на США з використанням штучного інтелекту.ЦПД.Укрінформ.2025.URL:https://www.ukrinform.ua/rubric-world/4044992-rosia-posilila-informacijni-ataki-na-ssa-z-vikoristannam-stucnogo-intelektu-cpd.html

Ткачук К. О. Інститут пропаганди Росії та його вплив на російсько-українську війну. DSpace Національного авіаційного університету. 2023. с. 47.

Троян В. FT: США припиняють співпрацю з ЄС у протидії дезінформації з Росії, Китаю та Ірану. Інститут масової інформації. 2025. URL: https://imi.org.ua/news/ft-ssha-prypynyayut-spivpratsyu-z-yes-u-protydiyi-dezinformatsiyi-z-rosiyi-kytayu-ta-iranu)

Центр стратегічних комунікацій.URL: https://spravdi.gov.ua/

Danilyan O. G., Dzeban A. P., Hetman Y. A. Features of information war in the media space in the conditions of Russian aggression against Ukraine. Multidisciplinary Research Journal. 2023. Vol. 1, No. 2. P. 85.

Kallea Eleni Russia, disinformation and Europe’s battle for truth.8th May 2024. URL: : https://www.socialeurope.eu/russia-disinformation-and-europes-battle-for-truth

Salari A., Hosseini S. H. Russia's attack on Ukraine: A review of the International Criminal Court's capacity to examine the crime of aggression. Access to Justice in Eastern Europe. 2023. Vol. 6, No. 2. P. 50.

StopFake.org. URL: https://www.stopfake.org/uk/golovna/).

Fedorenko V., Fedorenko M. Russia's military invasion of Ukraine in 2022: Aim, reasons, and implications. Krytyka Prawa. Niezależne Studia nad Prawem. 2022. Vol. 14, No. 3. P. 99.

Abstract

This scientific work reveals the multifaceted nature of Russia's hybrid war against Ukraine, focusing on disinformation as its key component. Disinformation (propaganda, fake news, manipulation) is aimed at undermining national unity, trust in the government, demoralizing the population and the Armed Forces of Ukraine, and discrediting Ukraine on the international stage.

The article analyzes the mechanisms of Russia's information aggression, which include the use of state media and social networks to spread an “alternative reality,” portray Ukraine as a “failed state,” and employ manipulative narratives, such as the thesis of a “civil war.” Psychological pressure tactics are highlighted separately, in particular the deliberate instilling of fear and anxiety and the method of diversifying public opinion by focusing on secondary issues.

The study examines Ukraine's strategy for countering Russian propaganda, which is based on blocking pro-Russian resources (TV channels, news agencies, social networks), supporting independent media (Ukrinform, Detector Media), systematic verification of information through fact-checking platforms (StopFake, Center for Strategic Communications, Antifake), and increasing media literacy.

The publication also highlights the transnational nature of disinformation threats, in particular Russia's offensive campaigns against European countries and the US, which use fake information networks, social media manipulation, and artificial intelligence to spread propaganda. In response, international partners, including the EU, are implementing systemic countermeasures, such as the creation of EUvsDisinfo, the update of the Code of Practice on Disinformation, and the Digital Services Act.

Particular attention is paid to the prospects of international partnership as the only effective tool to counter global disinformation networks. Key areas of such cooperation include the exchange of intelligence and analytics, technological and legal synchronization, joint funding of media literacy, and the formation of joint counter-narratives. It is emphasized that the full-scale invasion of 2022 catalyzed a radical transformation of the international perception of Ukraine, turning it into the main defender of democratic values and ensuring unprecedented support.

Keywords: media, narratives, disinformation, AI, fake news.

Streszczenie

W pracy naukowej ujawniono wieloaspektowy charakter hybrydowej wojny Rosji przeciwko Ukrainie, skupiając się na dezinformacji jako jej kluczowym elemencie. Dezinformacja (propaganda, fałszywe informacje, manipulacje) ma na celu podważenie jedności narodowej, zaufania do władzy, demoralizację ludności i Sił Zbrojnych Ukrainy, a także dyskredytację Ukrainy na arenie międzynarodowej.

W artykule analizowane są mechanizmy agresji informacyjnej Rosji, które obejmują wykorzystanie mediów państwowych, sieci społecznościowych do rozpowszechniania „alternatywnej rzeczywistości", przedstawiania Ukrainy jako „państwa niezdolnego do funkcjonowania", a także stosowanie manipulacyjnych narracji, takich jak teza o „wojnie domowej". Osobno omówiono taktyki presji psychologicznej, w szczególności celowe wywoływanie strachu i niepokoju oraz metodę dywersyfikacji opinii publicznej poprzez skupianie się na problemach drugorzędnych.

Zbadano strategię przeciwdziałania Ukrainie rosyjskiej propagandzie, opartą na blokowaniu prorosyjskich zasobów (kanałów telewizyjnych, agencji informacyjnych, sieci społecznościowych), wspieraniu niezależnych mediów („Ukrinform", „Detektor Media"), systematycznej weryfikacji informacji za pośrednictwem platform faktograficznych (StopFake, Centrum Komunikacji Strategicznej, „Antyfake") oraz podnoszeniu poziomu umiejętności korzystania z mediów.

Publikacja podkreśla również transnarodowy charakter zagrożeń związanych z dezinformacją, w szczególności agresywne kampanie Rosji przeciwko krajom europejskim i Stanom Zjednoczonym, wykorzystujące tworzenie fałszywych sieci informacyjnych, manipulacje w mediach społecznościowych i sztuczną inteligencję do rozpowszechniania propagandy. W odpowiedzi na to międzynarodowi partnerzy, w szczególności UE, wprowadzają systemowe środki zaradcze, takie jak utworzenie EUvsDisinfo, aktualizacja Kodeksu praktyk dotyczących dezinformacji oraz Akt o usługach cyfrowych.

Szczególną uwagę poświęcono perspektywom partnerstwa międzynarodowego jako jedynemu skutecznemu narzędziu przeciwdziałania globalnym sieciom dezinformacyjnym. Kluczowe kierunki takiej współpracy obejmują wymianę danych wywiadowczych i analiz, synchronizację technologiczną i prawną, wspólne finansowanie umiejętności korzystania z mediów, a także tworzenie wspólnych kontrnarracji. Podkreślono, że pełnoskalowa inwazja w 2022 r. stała się katalizatorem radykalnej transformacji międzynarodowego postrzegania Ukrainy, zmieniając ją w głównego obrońcę wartości demokratycznych i zapewniając jej bezprecedensowe wsparcie.

Słowa kluczowe: media, narracje, dezinformacja, sztuczna inteligencja, fake news.

Автори

Ганна Йордан – кандидат технічних наук, доцент кафедри журналістики, доцент, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка (Україна).

Hanna Yordan – Candidate of technical sciences, Associate Professor, Department of Journalism, Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University (Ukraine).

Галина Синоруб – кандидат наук із соціальних комунікацій, доцент кафедри журналістики, доцент, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка (Україна).

Halyna Synorub – PhD in Social Communications, Associate Professor, Department of Journalism, Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University (Ukraine).

Vivchar O. I.
Doctor of Economic Sciences, Professor,
Professor of the Department of Security and Law Enforcement,
West Ukrainian National University
ORCID ID: 0000-0001-9246-2226

Mykhailyshyn L. I.
Doctor of Economics, Professor,
Head of the Department of International Economic Relations,
Vasyl Stefanyk Carpathian National University
ORCID ID: 0000-0001-7944-5317

SECURITY FEATURES OF INFORMATION WARFARE AND THE ROLE OF PROPAGANDA IN CONDITIONS OF HYBRID AGGRESSION: IMPLEMENTATION MECHANISM AND EFFECTIVE TECHNOLOGIES

Statement of the problem. It should be noted that modern effective technologies provide a wide range of methods and techniques for manipulative influence on consciousness. These trends determine the relevance of studying the phenomenon of hybrid warfare and methods of its conduct in order to build an effective mechanism for countering such warfare, with the identification of propaganda techniques and the application of appropriate effective mechanisms.

Analysis of available investigations and publications. Domestic scientists who study the modern issues of information and hybrid warfare include V. Bebyk, O. Gapchenko, O. Vivchar, Ya. Zharkov, O. Lytvynenko, V. Petryk, M. Prysiazhnyuk, G. Pocheptsova, I. Rabinovych, D. Feldman, Yu. Shaygorodsky and others.

Statement of the paper goals. The objective of article is to substantiate the features at information warfare and the role of propaganda in the context of hybrid aggression, as well the practical mechanism for implementing propaganda techniques and effective technologies in the context of security conditions of today's challenges.

Presentation of the main material. According to scientific research, propaganda is a well-planned and properly organized activity that achieves the greatest effect if it is systematically carried out by a well-structured professional group over a long period of time. Currently, propagandists are trying to control the press, radio, film and television and other modern media.

Propaganda can be viewed as the dissemination of biased ideas and opinions, often using lies and deception. It is often a manipulative activity that masks hidden intentions and goals and seeks to

control or change beliefs and attitudes in favor of sponsor the propaganda. It is a technique of attitude control and a form of persuasion used to motivate, change and influence the political behavior of the masses.

The methods used to achieve this can only work when the audience does not critically and rationally evaluate the message but instead focuses on peripheral information and emotional experiences caused by the message. Since rational perception and critical thinking are threats to propaganda, it is crucial that people take conscious steps and try to rationally analyze the messages they receive in order to avoid or limit the impact of propaganda. By understanding how propaganda works, we can learn to resist it so as not to become its victim and not be negatively influenced.

Propaganda today is characterized as a means of psychological and information warfare and disinformation. Psychological warfare includes any actions that involve the use of psychological methods to cause a planned psychological reaction in other people. Propaganda as a systematic process, combines a series of measures to transmit information, facts and messages to the target audience in order to form its particular worldview or to form the necessary social values and opinions that serve the goals of psychological and information warfare.

Destructive propaganda discrediting the opponent, uses disinformation and fakes aimed at influencing public opinion by exaggerating or distorting the image of reality. The aggressor's propaganda of the current period, which is broad and complex and uses history, culture and language, is just that. Its methods and techniques, supported by emotionally charged semiotic means, serve to disseminate information that benefits the aggressor, to convey a strong anti-Western and anti-NATO message, to promote conspiracy theories, combine real and distorted facts, truth, half-truth and outright lies, and also implant black and white ideological simplifications, can be qualified as destructive, as is Russian propaganda in general [1].

The main methods of conducting information and psychological warfare include propaganda, the spread of rumors, provocations, disinformation, psychological pressure, diversification of public consciousness, etc.

The most common method is propaganda, which involves the dissemination and explanation of any beliefs, ideas, teachings, knowledge among the masses.

Propaganda is distinguished as vertical (the classic version of propaganda, as we all imagine it, a top-down information flow with a passive audience response) and horizontal (it is implemented in

[1]Poltorak, V. A., Stadniuk, A. H. (2020) Propahanda ta yii mistse v protsesi vedennia informatsiinykh viin. Osnovni formy propahandystskoho vplyvu. [Propaganda and its place in the process of waging information wars. The main forms of propaganda influence]. *Epistemolohichni doslidzhennia u filosofii, sotsialnykh i politychnykh naukakh – Epistemological studies in philosophy, social and political sciences*. T. 3. № 1. 126–138. [inUkrainian].

a certain social group and does not come from above; in this situation, all participants are equal, there is no leader among them, and therefore the information is perceived with maximum trust) propaganda.

Practitioner scientists note that the leading component of hybrid warfare is information warfare. This is also proven by practice. Thus the constant development of mass communication system leads to the erasure of borders, wide opportunities for exerting manipulative influence on the consciousness of population the rival country with at imposition of their own ideas.

Information warfare is a type of conflict in which the tasks of the opposing parties are to protect their own information and information systems, manipulate the enemy's information or distort it, and also limit the capabilities of the opposing party in accessing and processing information [2].

The purpose of information warfare is to manage the process of changing people's consciousness, their worldview, attitude towards society and the state; the danger for people is the loss of their own will, and for the state – its sovereignty.

The main tools of hybrid warfare include the following information measures:

– means of military-political disorientation of the enemy;

– disinformation about one's own resources;

– actions aimed at defeating or blocking data transmission channels for the purpose of disorganization, creating an atmosphere of tension in Ukrainian society from the constant expectation of strikes and a massive offensive along the entire front line and influencing the mass consciousness of Ukrainians with the aim of demoralization and spreading panic [3].

As part of the analysis of the essence of hybrid warfare, the term «psychological warfare» is encountered. Currently during the training of military personnel in the United States, officers are taught the tactics and strategies of psychological operations, which are most often used during peacekeeping operations. The US Institute for National Strategic Studies and some Western experts, analyzing the components of information warfare, distinguish the conduct of psychological warfare, the task of which is to manipulate the masses with the aim of:

– introducing harmful enemy ideas and views into the public and individual consciousness;

– disorienting and disinforming the masses;

– weakening certain beliefs and principles; intimidating one's own people with the image of the enemy; intimidating the enemy with one's own power, etc.

[2]K Kohut, Yu. (2023) *Hibrydna viina novoho typu yak zahroza natsionalnii bezpetsi derzhav : pidruchnyk. [Hybrid war of new type as threat to the national security of states: textbook*]. V-vo: Konsaltynhova kompaniia «Sidkon». 348. [inUkrainian].

[3]Samchynska, O. A., Furashev, V. M. (2021) Informatsiine nasylstvo, informatsiina manipuliatsiia ta propahanda: poniattia, oznaky ta spivvidnoshennia [Information violence, information manipulation and propaganda: concepts, signs and relationships]. *Informatsiia i pravo – Information and law.* № 1. 55–65. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Infpr_2021_1_8

Information warfare should be considered as a purposeful criminal act aimed at disinformation, demoralization and creation of «silent obedience of the population», carried out by the aggressor state through hacker attacks, hacking of life support systems and defense capabilities within the state, discrediting political leaders and armed forces, conducting strategic, crisis and combat information and psychological special operations on the territory of states that have become the object of information or hybrid aggression.

Through the use of propaganda, information warfare operates at four levels: individual; territorial (regional); national; global.

Specific features of the propaganda direction in the context of information warfare are: the explanatory nature of message, the emotional overload of message, the binary classification of message, reliance on stereotypes, values and needs of target audience, taking into account the social context, appeal to authority, etc. The information provided in propaganda messages is always ideologically biased and contains an assessment of certain social phenomena. Technologies that have a destructive impact on mass consciousness are actively used.

As the realities of modern domestic and international practice show, control over the security of individual and the national information sphere is no less important than providing modern weapons and training troops for combat operations. Older generations who have survived the era of aggressor are usually less willing to succumb at hostile propaganda, since they have some life experience and memory of the history their family. An alternative to the influence of destructive propaganda should be the development of consciousness and media literacy our population, which will allow optimizing the level of information security the individual and society [4].

Wars have undergone many transformations and look different compared to the last century. Today, there are at least two tools used during war – weapons and information. The latter influences the formation of our worldview and can be imposed on us from the outside, everything that a person perceives in an information sense subsequently affects his behavior and actions [5].

In the conditions of a systemic crisis information security and instability in modern society, the issue of influence at political propaganda on the consciousness and behavior of masses is becoming increasingly relevant. In the era of socialization at conditions and informatization, propaganda does not recognize borders and barriers and is carried out using the most modern information techniques

4 Marushchak, A. I. (2022) Peredumovy dlia formuvannia pravovykh mekhanizmiv protydii dezinformatsii v sotsialnykh media u konteksti natsionalnoi bezpeky: postanovka problemy [Prerequisites for the formation of legal mechanisms to counter disinformation in social media in the context of national security: problem statement]. *Informatsiia i pravo – Information and Law*. № 1. 82–88. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Infpr_2022_1_10 [inUkrainian].
5Andrushkiv, B.M, Vivchar, O.I. and Gevko, V.L. (2009) *Problemy teorii i praktyky menedzhmentu* : *navch.-metodych. posibn.* [*Problems of theory and practice of management textbook*]. Ternopil: Terno-Graf LLC. 312. [inUkrainian].

and technical means. Propaganda information is spread through television and radio news, government reports, scientific and pseudoscientific stories, the results of political, economic and other research, through various media, news, creativity and sports. Usually, propaganda is used to change types of identity, for example, political, religious, ethnic, cultural and other members of large social groups to transform their views, attitudes, values and motivations. To do this propagandists use many different types of verbal creativity visual and gaming art [6].

It should be noted that information warfare refers to a set of organizational mechanisms and operations for the management and use of information aimed at gaining an operational advantage over the enemy.

One of important aspects the emergence at hybrid information wars is the factor of globalization, which makes it possible to use for military purposes various forms of struggle simultaneously, such as: confrontation in cyberspace, economic sanctions, information wars, which were impossible to use in the past.

It is thanks to the development of globalization processes that convenient conditions are formed for conducting hybrid wars which correspond to the following features: multimodal in which the war is waged using a variety of levers of pressure, where informational, economic, political, psychological, etc. influence on the enemy is used. Also disinformation, disorientation the use of economic blockade tools, undermining the authority of power structures are used as tools.

At the legislative level, the functioning of counter-propaganda is essentially included in system of legislative and regulatory support and resolution at issues related to information and cybersecurity, information policy and other related issues aimed at preventing and counteracting destructive influences in the information space and the national security of state as a whole.

Information warfare is most closely associated with both propaganda and counter-propaganda. They are carried out through informational influence on the consciousness of citizens, the purpose of which is to change the worldview, value system, behavior model, erosion of cultural, moral, spiritual values, imposition of foreign culture, insertion and falsification of information.

From a practical point of view, it is worth noting that the tools of information warfare are defined differently. Hybrid attacks are a system of informational, propaganda and psychological measures carried out using the media, culture, art and other means for a long time. We can also talk about the symbiosis of «soft power» and «hard power», where «soft power» can be used by any state, since it includes its own culture, political ideology, and foreign policy. The most effective information

[6]Vivchar O., Tyukhtenko N., Mykhailyshyn L., Korovchuk Y. (2024) NETWORK MODELING OF ASSESSING THE IMPACT OF THREATS TO THE ECONOMIC SECURITY OF LOGISTICS OPERATORS. *Economics, Ecology, Socium*. Vol. 8. No.4. 89–98. URL: https://ees-journal.com/index.php/journal/article/view/275

warfare methods are propaganda, disinformation, and cyberattacks. Propaganda can be called a relatively safe method of distorting the information field, but extremely effective when working in the long term. Due to the systematic broadcasting and imposition of its messages, ideas, and values by one country, cultural layers and traditions in other countries are being eroded and lost. The most rated and authoritative news publishers present information to the whole world that has been filtered through the filters of national priority. Disinformation is aimed at more short-term goals. The main task is to disseminate deliberately false information, the purpose of which is to influence management decisions and public opinion and mass consciousness of the population. For this purpose the mass media are actively used which on the one hand form the necessary attitude of the public, and on the other hand, lead to a deterioration in the moral and psychological mood of the population, thereby reducing its information stability and ability to resist destructive ideas and moods [7].

The advantage of information warfare is that it does not use any material means of destruction and most importantly is conducted anonymously so the attacking party is deprived of the right to repel attack by direct military methods, since in this case it will take the position of the aggressor. Information warfare is one of the extraordinary threats to national security which consists in achieving excessive superiority the information sphere by any state. Such advantages allow influencing the behavior of citizens, the political elite, the military and allow modeling public opinion. It is impossible to unambiguously determine whether information influence is being carried out at the moment and it is also impossible to detect the conduct of information operations. It follows that such influence is almost never clearly recorded and the authors of the operations remain unknown. The situation with information wars is complicated by the absence of any international legal and moral norms for waging information warfare.

Participants in information warfare can be any actors, starting from states and state intelligence services and ending with any criminal groups including terrorist ones. To wage such a war technical means are required the low cost of which makes information warfare accessible even to ordinary citizens depending on their intentions.

Considering the essence of information warfare it is necessary to point out that this war is aimed at citizens, the entire society, since information technologies penetrate everyday life, forcing everyone to be susceptible at imposed ideas so as to remain indifferent to others. The danger of information attacks is that if they are successfully carried out society is undermined from within.

[7]Kuleba, D. (2022) Viina za realnist. Yak peremahaty u sviti feikiv, pravd i spilnot. [*War for reality. How to win in the world of fakes, truths and communities*]. Vyd. 3-tie, onovlene. Kyiv : Knyholav. 384. [inUkrainian].

There are three goals of information warfare: control of the information space for use for one's own purposes; control over information and information flows for information attacks on the enemy; increasing the effectiveness of armed forces through military information functions.

It is worth paying attention to the fact that the main factors of influence in hybrid warfare are:

– Economic aspects: within the framework of hybrid warfare, Ukraine has faced such factors as the rupture of scientific, technical and defense-industrial ties between Ukraine and the aggressor, in which conditions the task of creating closed production cycles in Ukraine of the main (basic) types of weapons and military equipment is extremely important and critically necessary – both by updating the technological infrastructure at existing ones and by creating new defense enterprises, including in cooperation with Western and other countries.

– Military aspects – this group of problems is characterized first of all by the following factors. Increasing the number, modernization and reform of the Armed Forces of the aggressor by creating new «strike operational forces» as well as adopting new types of weapons and military equipment, intelligence and electronic warfare complexes and means, secure communication systems and means, automated troop and weapon control systems.

Especially taking into account modern realities that arise from the ratio (comparison) of the aggressor's military strength in the Western and South-Western strategic directions with the military capabilities of NATO countries in Europe, which is currently not in favor of the Alliance.

– Information and propaganda aspects:

firstly the information war began long before the military aggression against Ukraine and continues to accompany it at all stages adapting in advance to current goals and objectives;

secondly, information and propaganda and disinformation projects, operations and measures are aimed at all segments of the population and all regions of Ukraine;

Thirdly the main goal of the information war in Ukraine is the liquidation of the statehood of Ukraine.

It is possible to resist the aggressor of disinformation only in close cooperation with the information resources of democratic Western countries, directing and coordinating joint work not only on explaining the current aggressor information actions, but also on their prevention and active counteraction.

It should be noted that in the conditions of information war one of the effective technologies is the destruction the mechanisms of traditional self-identification (ethno-national, cultural, confessional, etc.) by developing artificial variants of identification, in particular, «polycultural identity in the information space». The most universal technology that is actively used in processes

related to mass communication and affects the collective consciousness of society is generation and dissemination of certain images, since modern societies think mainly in figurative forms.

This can be facilitated by a number of psychological manipulation technologies, knowledge of essence the which will help to find most effective tools for counter-propaganda actions. Similarly, public opinion can be fully or partially influenced not only by legal, transparent methods, PR tools, but also by methods of manipulative control, «black» PR, fake or semi-official information [8].

Technologies for processing human consciousness as a rule rely on cultural foundations to effectively influence human behavior. In the context of information warfare caused by development of information and communication technologies, the potential for shaping state information policy and strategic communications through counter-propaganda has increased due to the fact that many countries attach great importance to information security, the fight against fake and unreliable information in their own information spaces.

Conclusion. Summarizing the above, it should be noted that at present cardinal measures to counter information attacks have not yet been developed. This means that success in information wars will be ensured by the increasing improvement of information technologies. As practice shows insufficient attention to the issues of parrying information threats can cause significant damage to the security system of any state, up to the destruction of state itself. Therefore with the development of technology, the conditions of warfare are changing; conventional combat operations are replacing information technologies, their component is becoming more and more significant. Hybrid wars have existed for centuries, although no specific term has been defined that would cover them. A specific victory is no longer the ultimate goal that is set to be achieved. The goal is to destabilize the lives of population the territories where hybrid war is taking place, both in economic, social and psychological dimensions.

References

Andrushkiv, B.M, Vivchar, O.I. and Gevko, V.L. (2009) *Problemy teorii i praktyky menedzhmentu*: *navch.-metodych. posibn.* [*Problems of theory and practice of management textbook*]. Ternopil: Terno-Graf LLC. 312. [inUkrainian].

Kohut, Yu. (2023) *Hibrydna viina novoho typu yak zahroza natsionalnii bezpetsi derzhav: pidruchnyk. [Hybrid war of new type as threat to the national security of states: textbook*]. V-vo: Konsaltynhova kompaniia «Sidkon». 348. [inUkrainian].

[8]Vivchar, O. I. (2018) *Upravlinnia ekonomichnoiu bezpekoiu pidpryiemstv: sotsiohumanitarni konteksty* [*Management of economic security of enterprises: socio-humanitarian contexts*]. Ternopil, FOP Palianytsia V. A. 515. [in Ukrainian].

Kuleba, D. (2022) Viina za realnist. Yak peremahaty u sviti feikiv, pravd i spilnot. [*War for reality. How to win in the world of fakes, truths and communities*]. Vyd. 3-tie, onovlene. Kyiv : Knyholav. 384. [inUkrainian].

Marushchak, A. I. (2022) Peredumovy dlia formuvannia pravovykh mekhanizmiv protydii dezinformatsii v sotsialnykh media u konteksti natsionalnoi bezpeky: postanovka problemy [Prerequisites for the formation of legal mechanisms to counter disinformation in social media in the context of national security: problem statement]. *Informatsiia i pravo – Information and Law*. № 1. 82–88. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Infpr_2022_1_10 [inUkrainian].

Poltorak, V. A., Stadniuk, A. H. (2020) Propahanda ta yii mistse v protsesi vedennia informatsiinykh viin. Osnovni formy propahandystskoho vplyvu. [Propaganda and its place in the process of waging information wars. The main forms of propaganda influence]. *Epistemolohichni doslidzhennia u filosofii, sotsialnykh i politychnykh naukakh – Epistemological studies in philosophy, social and political sciences*. T. 3. № 1. 126–138. [inUkrainian].

Samchynska, O. A., Furashev, V. M. (2021) Informatsiine nasylstvo, informatsiina manipuliatsiia ta propahanda: poniattia, oznaky ta spivvidnoshennia [Information violence, information manipulation and propaganda: concepts, signs and relationships]. *Informatsiia i pravo – Information and law*. № 1. 55–65. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Infpr_2021_1_8

Vivchar, O. I. (2018) *Upravlinnia ekonomichnoiu bezpekoiu pidpryiemstv: sotsiohumanitarni konteksty* [*Management of economic security of enterprises: socio-humanitarian contexts*]. Ternopil, FOP Palianytsia V. A. 515. [in Ukrainian].

Vivchar O., Tyukhtenko N., Mykhailyshyn L., Korovchuk Y. (2024) NETWORK MODELING OF ASSESSING THE IMPACT OF THREATS TO THE ECONOMIC SECURITY OF LOGISTICS OPERATORS. *Economics, Ecology, Socium*. Vol. 8. No.4. 89–98. URL: https://ees-journal.com/index.php/journal/article/view/275

Abstract

The purpose of the article is to substantiate the features of information warfare and the role of propaganda in the context of hybrid aggression. A comprehensive study of substantive characteristics the propaganda in conditions of modern challenges at martial law has been conducted in order to ensure security measures. It has been substantiated that the main methods of conducting information warfare include propaganda, the spread of rumors, provocations, disinformation, psychological pressure, diversification of public consciousness, etc. Propaganda is distinguished as vertical (the classic version of propaganda, as we all imagine it, the information flow from top to bottom with a

passive response from the audience) and horizontal (it is implemented in a certain social group and does not come from above; in this situation all participants are equal there is no leader among them and therefore the information is perceived with maximum trust) propaganda.

It is proven that the leading component of hybrid warfare is information warfare which is a type of conflict in the tasks of opposing parties are to protect their own information and information systems, manipulate the enemy's information or distort it as well as limit the capabilities of opposing party in accessing and processing information. It is established that the purpose of information warfare is to manage the process of changing people's consciousness, their worldview, attitude to society and the state; the danger for people is their loss of their own will and for the state its sovereignty. It is noted that the main tools of hybrid warfare include the following information measures: means of military-political disorientation of the enemy; disinformation about one's own resources; actions aimed at defeating or blocking data transmission channels. It should be noted that through the use of propaganda, information warfare operates at four levels: individual; territorial (regional); national; global. It is substantiated that the specific features of propaganda direction in the conditions of information warfare are: the explanatory nature of message, the emotional overload of the message, at binary classification of the message, reliance on stereotypes, values and needs of the target audience, taking into account the social context, appeal to authority etc.

From a practical point of view three goals of information warfare are distinguished: control of the information space for use for one's own purposes; control over information and information flows for conducting information attacks on the enemy; increasing the effectiveness of armed forces through military information functions. It is noted that success in information warfare will be ensured through the increasing improvement of practice-oriented information technologies.

Streszczenie

Celem artykułu jest uzasadnienie cech wojny informacyjnej i roli propagandy w kontekście agresji hybrydowej. Przeprowadzono kompleksowe badanie istotnych cech propagandy w warunkach współczesnych wyzwań stanu wojennego w celu zapewnienia bezpieczeństwa. Udowodniono, że do głównych metod prowadzenia wojny informacyjnej należą: propaganda, rozpowszechnianie plotek, prowokacje, dezinformacja, presja psychologiczna, dywersyfikacja świadomości społecznej itp. Propaganda wyróżnia się wertykalną (klasyczna wersja propagandy, tak jak ją sobie wszyscy wyobrażamy, przepływ informacji z góry na dół z bierną reakcją odbiorców) i horyzontalną (realizowana w określonej grupie społecznej, a nie odgórnie; w tej sytuacji wszyscy uczestnicy są równi, nie ma wśród nich przywódcy, a zatem informacja jest odbierana z maksymalnym zaufaniem).

Udowodniono, że wiodącym elementem wojny hybrydowej jest wojna informacyjna, czyli rodzaj konfliktu, w którym zadaniami stron konfliktu jest ochrona własnych informacji i systemów informacyjnych, manipulowanie informacjami przeciwnika lub ich zniekształcanie, a także ograniczanie możliwości strony przeciwnej w zakresie dostępu do informacji i jej przetwarzania. Ustalono, że celem wojny informacyjnej jest zarządzanie procesem zmiany świadomości ludzi, ich światopoglądu, stosunku do społeczeństwa i państwa; zagrożeniem dla ludzi jest utrata przez nich własnej woli, a dla państwa – jego suwerenności. Zauważono, że głównymi narzędziami wojny hybrydowej są następujące środki informacyjne: środki dezorientacji wojskowo-politycznej przeciwnika; dezinformacja o własnych zasobach; działania mające na celu pokonanie lub zablokowanie kanałów transmisji danych. Należy zauważyć, że poprzez wykorzystanie propagandy wojna informacyjna działa na czterech poziomach: indywidualnym; terytorialnym (regionalnym); narodowym; globalnym. Uzasadniono, że specyfiką kierunku propagandy w warunkach wojny informacyjnej są: wyjaśniający charakter przekazu, przeciążenie emocjonalne przekazu, binarna klasyfikacja przekazu, opieranie się na stereotypach, wartościach i potrzebach odbiorców docelowych, uwzględnianie kontekstu społecznego, odwoływanie się do autorytetów itp.

Z praktycznego punktu widzenia wyróżnia się trzy cele wojny informacyjnej: kontrola przestrzeni informacyjnej w celu wykorzystania jej do własnych celów; kontrola nad informacją i jej przepływem w celu przeprowadzania ataków informacyjnych na przeciwnika; zwiększenie skuteczności sił zbrojnych poprzez wojskowe funkcje informacyjne. Zauważono, że sukces w wojnie informacyjnej będzie zapewniony poprzez coraz lepsze wykorzystanie technologii informacyjnych zorientowanych na praktykę.

Authors

Vivchar O. I. – Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Security And Law Enforcement, West Ukrainian National University**.**

In 2011, she defended her thesis for the degree of Candidate of Economic Sciences. The academic title of Associate Professor was awarded in 2017. In 2018, she successfully defended her doctoral thesis in the specialized academic council D 58. 052. 05 on the topic «Management of the Socio-Humanitarian Component of the Economic Security of the Enterprise» with the specialty 08.00.04 - Economics and Management of Enterprises (by types of economic activity). The academic title of Professor was awarded in 2019.

Since 2017, Oksana Vivchar has been academician of the Social Policy Academy of the Academy of Social Management. Since 2017, she has been a corresponding member and since 2018

an academician in the specialty «Management» of the Academy of Economic Sciences of Ukraine. Since 2021, she has been an academician at the «Economics of New Technologies» department of the Ukrainian Academy of Technology. From 2020 to 2022, she was a scholarship holder of the Cabinet of Ministers of Ukraine for Young Scientists. In 2022, she is a candidate for the Prize of the Verkhovna Rada of Ukraine for a Young Scientists (work consisting of a cycle of scientific works «Security of economic agents: determinants and mechanisms of provision in the context of digitalization»). Since 2021, she has been a member of the specialized academic council D 58.082.03 of the West Ukrainian National University; since 2018, she has been the head of the Center for International Security and Cooperation of the West Ukrainian National University. Since 2019 - a member of the public organization «Union of Economists of Ukraine»; TOBO «Association of Computer Information Technology Specialists», since 2022 a member of the All-Ukrainian public organization «Research and Consulting and Practical Center of Business, Marketing and Law». Since 2020, she has been a member of the editorial boards of three professional publications (category «B»). She received three copyright certificates for an extraordinary idea.

She has more than 200 scientific works in her scientific output, of which 100 works have been published in leading national specialized publications and international publications, 1 deposited scientific work, as well as 22 collective monographs, including 1 individual work, 30 educational and methodological works. Scientific interests: business security, security of economic agents, ecostate, socio-humanitarian component of economic security of enterprises. Life motto «VICTORY LOVES PREPARATION, WHO CONTINUES TO GO ON THAT WINS».

Mykhailyshyn L. I. – Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of International Economic Relations, Vasyl Stefanyk Carpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine**.**

In 2017, she was elected an academician the Academy of Economic Sciences of Ukraine in the specialty of International Economic Relations. Since 2022, she has been an Academician of Political and Legal Sciences of Ukraine, since 2025, she has been an Academician of the International Ecological Academy. Since 2020, she has been the head of the Ivano-Frankivsk branch of the NGO «Ukrainian Association of International Economists», since 2022, she has been an expert of the National Agency for Quality Assurance of Higher Education the National Agency for Higher Education, since 2025, she has been the deputy director of Educational and Scientific Center for Sustainable Development of the Vasyl Stefanyk Carpathian National University.

Teaching experience – 20 years. In 2016, she defended her doctoral dissertation at the specialized academic council of Donetsk National University on the topic «Systemic Transformation

of Innovative Support for Transnationalization of the World Economy» and received the scientific degree of Doctor of Economic Sciences in the specialty 08.00.02 – World Economy and International Economic Relations. From 2004 to 2017, acting head of the Department of International Economics, Marketing and Management of the Ivano-Frankivsk Educational and Scientific Institute of Management of the Ternopil National Economic University and from October 2013 to June 2015, she additionally held the position of Deputy Director of the Institute. Since May 2017 the first head of the Department of International Economic Relations of the Vasyl Stefanyk Precarpathian National University.

Editor-in-chief of the scientific professional publication of category B «Actual Problems of Regional Economic Development» of the Vasyl Stefanyk Precarpathian National University (from 11/24/2020). Member of the editorial board of the category B journal «Grail of science» (since 2024). He is the author of more than 200 scientific works, including 9 monographs, 1 solo, 4 international, 1 teaching and methodological manual, more than 15 works published in periodicals, included in the scientometric databases Scopus and Web of Science and 1 authorship certificate. Life motto «It is impossible to achieve the highest without having the appropriate knowledge. And knowledge is acquired through study».

Jacek Janusz Mrozek
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Filia w Ełku
ORCID: 0000-0002-7260-3308

ISTOTA I SPECYFIKA STAROSŁOWIAŃSKIEJ TRADYCJI ORALNEJ W KONTEKŚCIE BEZPIECZEŃSTWA

1. Założenia wstępne

W literaturze przedmiotu bezpieczeństwo definiuje się najczęściej w kategoriach wartości, potrzeb, pożądanego celu bądź dobrostanu. Podkreśla się zazwyczaj wagę braku zagrożeń, stan równowagi, ale także rozwój jednostki i społeczeństwa. Samo pojęcie bezpieczeństwo wywodzi się od łac. *securitas* – oznaczającego polityczną stabilność,[1] ale w definicjach bezpieczeństwa wymienia się także wymiar personalny, zatem bezpieczeństwo to stan i proces trwania, przetrwania i rozwoju w warunkach zapewniających samorealizację podmiotu.[2] Powyższa definicja ujmuje cele, które zgodne są z psychospołecznym rozwojem jednostkowym, rozumianym jako wzrost osobowy, proces indywiduacji i przemiany psychicznej.[3] Stanowi to jedno z prymarnych ludzkich dążeń, a jego wymiar jest na tyle uniwersalny, że przekracza kręgi kulturowe i okresy historyczne.

W niniejszym artykule zajmujemy się z perspektywy tak rozumianego bezpieczeństwa starosłowiańską tradycją oralną jako tekstem kulturowym. Za materiał badawczy posłużyły nam słowiańsko-rosyjskie narracje baśniowe z dwóch zbiorów ludowych baśni: *Piórko Finista*[4] i *Alonuszka*[5]. Są to źródła już do pewnego stopnia synkretyczne, posiadające pewne cechy chrześcijańskie i zachodnie, ale mimo to zachowujące w swoim głównym korpusie bardzo wiele słowiańskich treści, znaczeń i symboli. Z perspektywy filozofii bezpieczeństwa opowieści te mogą

[1] A. Pieczywok, *Idee bezpieczeństwa człowieka w teoriach i badaniach naukowych. Wybrane problemy*, Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz 2021, s. 18. W przeszłości bezpieczeństwo pojmowane było głównie w kategoriach militarnych, dzisiaj rozszerzył się jego zakres na aspekty niewojskowe: ekonomiczne, polityczne, ekologiczne, demograficzne, społeczne i inne. W najbardziej dosłownym znaczeniu bezpieczeństwo jest identyczne z pewnością (*safety*) i oznacza brak zagrożenia (*danger*) fizycznego albo ochronę przed nim. Zob. tamże, s. 19.
[2] W. Pokruszyńki, *Filozofia bezpieczeństwa*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Gospodarki Euroregionalnej, Józefów 2013, s. 19. Bezpieczeństwo nie jest jednorodzajowym faktem czy stanem z dziedziny życia jednostkowego i zbiorowego człowieka – pisze Jan Szmyd – nie jest też jednoznaczeniowym celem lub zadaniem jednostek czy wspólnot ludzkich. Jest natomiast zarówno zjawiskiem społecznym, politycznym, ekonomicznym, kulturowym, prawnym, ekologicznym, militarnym, jak i czynnikiem jednostkowo-egzystencjalnym i życiowo-indywidualnym. Zob. J. Szmyd, *Poczucie bezpieczeństwa jako wartość społeczna, etyczna i egzystencjalna. Rozważania podstawowe,* „Państwo i Społeczeństwo", XIV, 2014, s. 9-20.
[3] Pojęcie bezpieczeństwa opisywane jest przez różne dziedziny wiedzy i w różnych kontekstach, służy więc do opisu zarówno rzeczywistości zewnętrznej, w której człowiek żyje, jak i do rzeczywistości wewnętrznej (psychicznej), dzięki której człowiek poznaje.
[4] *Piórko Finista. Rosyjskie baśnie ludowe*, przeł. Maria Dolińska, Raduga, Moskwa 1983.
[5] *Alonuszka. Rosyjskie baśnie ludowe*, przeł. Stanisław Czaja, Raduga, Moskwa, Wydawnictwo „Alfa", Warszawa 1989.

służyć do hermeneutycznej analizy i poszukiwania ponadczasowych sposobów radzenia sobie z zagrożeniami.

Interpretowanie baśni jako tekstu kulturowego doczekało się swojej odrębnej metodologii. Spośród podejść badawczych koncentrujących się na opowieściach baśniowych interesuje nas, po pierwsze, podejście historyczno-socjologiczne, zgodnie którym baśnie mówią o ludziach, którzy je tworzyli i opowiadali[6]. Baśń, będąc reprezentacją przede wszystkim tradycji oralnej (gawędziarskiej), aby została zapamiętana i dalej przekazywana, musi nieść z sobą ważne dla danej kultury treści. Baśniowy tekst posłużyć może za matrycę wyobrażeń, zachowań, preferowanych wartości właściwych kulturze Słowian. Jest to oczywiście pośrednia droga, ale biorąc pod uwagę, że w nauce nie istnieje jeden spójny obraz pogańskich wierzeń, mitów czy rytuałów, rekonstrukcja światopoglądu starosłowiańskiego musi opierać się na nieoczywistych źródłach. Analizy lingwistyczne nie od dziś stanowią w badaniach nad dawną Słowiańszczyzną obszar dosyć spekulatywny. Po drugie, interesuje nas terapeutyczna rola, jaką opowieść baśniowa spełnia w kulturze i wobec indywiduum. W tym podejściu koncentrujemy się na metaforyczno-symbolicznej formule obrazującej ludzkie dylematy oraz uniwersalne mechanizmy, mające swoje odpowiedniki w ludzkiej psychice.[7] Synkretyzm wydaje się być w takim podejściu niezbędny, gdyż perspektywa bezpieczeństwa obejmuje zarówno zagadnienia natury socjologicznej, jak i psychospołecznej.

Ponieważ analiza specyfiki starosłowiańskiej tradycji oralnej jest problemem złożonym i wielowarstwowym, dla ułatwienia skupimy się na trzech wybranych zagadnieniach z zakresu bezpieczeństwa, obrazowanych w ludowych baśniach: 1) utrata bezpieczeństwa jako moment wyjściowy inicjujący przemianę bohatera; 2) upostaciowiony lęk braku bezpieczeństwa; 3) obiekt zastępczy w drodze ku bezpieczeństwu. Te trzy kierunkowskazy pomogą nam w poszukiwaniu istoty starosłowiańskiej tradycji oralnej, do której kluczem może okazać się konfrontacja z zagrożeniem i osiąganie poczucia bezpieczeństwa.

2. Tradycja oralna jako komunikat kulturowy

Przyzwyczajeni do wiedzy przekazywanej przez instytucje edukacyjne mamy trudność z wyobrażeniem sobie funkcji oralnej nauki. Starosłowiańska tradycja radziła sobie bez pisma i zapasu intelektualnej wiedzy. Kultura słowiańska nie była kulturą pisma, ale na pewno była kulturą słowa.[8]

[6] W. Kostecka, *Baśń postmodernistyczna: przeobrażenia gatunku*, SBP, Warszawa 2014, s. 75.
[7] Klasyczną już interpretację baśni zgodną z kierunkiem psychoanalizy rozwinął Bruno Bettelheim. Zob. B. Bettelheim, *Cudowne i pożyteczne. O znaczeniach i wartościach baśni*, przeł. D. Danek, WAB, Warszawa 2010.
[8] K. Janicki, *Cywilizacja Słowian. Prawdziwa historia największego ludu Europy*, Wydawnictwo Poznańskie, Poznań 2023, s. 259-260.

Zawody wymagające fachu, doświadczenia i precyzji wpajano drogą praktycznej nauki, a żywą skarbnicą wiedzy i doświadczenia byli ludzie starzy. Wiele uczono się na pamięć. Zapamiętywanie, także opowieści, miało olbrzymie znaczenie. Bez pisma umiejętność pamiętania długich fraz, a także interpretowania i tworzenia nowych wariacji na ich temat, stanowiła rodzaj pożądanej sztuki. Opowieści pełniły wiele pożytecznych funkcji, miały istotny wymiar wychowawczy, uczyły postaw, określonych zachowań, kształtowały wartości, utrwalały prawo zwyczajowe. Budowało to podstawy identyfikacji i tożsamości etniczno-grupowej, o czym pisze Kamil Janicki w *Cywilizacji Słowian*: „W okresach, gdy pracy było mniej, a śniegi i słoty skłaniały do pozostania pod strzechą, zbierano się, by przypominać dawne doświadczenia, imiona przodków, lokalne legendy lub przestrogi. Wiedziano, że opowieści te istnieją tylko w pamięci, że grozi im zatarcie. Ich powtarzanie stanowiło też swoisty rytuał; gwarantowało, że tożsamość grupy nie odejdzie bezpowrotnie wraz z jej członkami. Narracje, pozbawione sztywnej podstawy, namacalnej »ściągi«, zmieniały się z czasem, obrastały nowymi szczegółami, odrywały się od historycznych faktów. Ale też wsiąkały w społeczność i sprawiały, że typowy Słowianin doskonale rozumiał swoje miejsce w świecie – odrębność osady, opola czy grupy, z której pochodził.”[9]

Przyglądając się tym opowieściom, spisanym już i zawartym w literackiej formule baśni, możemy odkrywać pewne schematy myślowe, zbitki symbolicznych treści, stanowiących próby radzenia sobie z rzeczywistością egzystencjalną. Mity i bajki ludowe spełniają bowiem w kulturze funkcję gotowych narracji, w tych kulturowych historiach ludzie strukturalizują swoją wiedzę i swoje doświadczenie dotyczące zdarzeń kluczowych w ich życiu, a zarazem uniwersalnych lub powszechnych w ich kulturowym kręgu.[10] Są nimi kolejne etapy życia – dorastanie, miłość, wydarzenia rodzinne, żałoba, śmierć. Fenomenem baśni jako komunikatu kulturowego jest zdolność przekazu międzypokoleniowego, a także fakt, że jest ona uniwersalnym medium socjalizacyjnym; baśń – jak zauważa Jolanta Ługowska towarzyszyła „zarówno »dzieciństwu ludzkości«, jak i dzieciństwu niemal każdego indywidualnego człowieka”[11].

Początek tradycji bajania niknie w mrokach przeszłości, niekiedy wydaje się ona tak dawna jak sama ludzkość. Wiadomo o funkcji społecznej jaką w tradycyjnych kulturach spełniał bajarz-opowiadacz. O legendarnym gęślarzu Bojanie wspomina *Słowo o wyprawie Igora* z XII wieku:

[9] Tamże, s. 260.
[10] J. Trzebiński, *Narracyjne doświadczanie i narracyjna refleksja*, [w:] *Samoświadomość i jakość życia. Perspektywa psychospołeczna*, red. L. Pytka, T. Rudowski, Warszawa 2004, s. 61.
[11] J. Ługowska, *Baśń jako wprowadzenie do myślenia aksjologicznego*, [w:] *Kulturowe konteksty baśni* t. 2, *W poszukiwaniu straconego królestwa*, red. G. Leszczyński, Centrum Sztuki Dziecka, Poznań 2006, s. 27.

„Bo on, ów wieszczy gęślarz dawny.
Gdy komu pieśń zamierzał śpiewać.
Myślą rozpływał się po drzewie,
Po ziemi ganiał wilkiem szarym,
Szybował orłem siwym w niebie; (…)
Na żywe struny wieszcze palce
Ów Bojan starowieczny składał
I struny same gędły sławę (…)”[12]

Gęślarz posługujący się gęźbą, czyli instrumentem strunowym, śpiewając, a często i tworząc poezję, w przekazie epiki ludowej dostarczał określonych aksjologicznych treści. Często prawił o dawnych dziejach i bohaterach, o historii wspólnoty. Zachętą do grania i bajania stało się przysłowiowe: *Graj, graju, i baj, baju!* W Europie średniowiecznej bajanie stało się swoistą sztuką, bajki służyły za rozrywkę przy rozmaitych okazjach, „słuchano ich pilnie, a opowiadali je zawodowi artyści, bajarze-fabulatorzy, którzy proceder swój uprawiali dla chleba. Po zakończonym opowiadaniu wyciągali rękę po datki w naturze czy gotówce,”[13] toteż bajarz zwykle kończył swoją opowieść słowami: *I ja tam z gośćmi byłem miód i wino piłem…*

3. Utrata bezpieczeństwa czyli moment wyjściowy inicjujący przemianę

Uniwersalnymi funkcjami baśni-opowieści, niezależnie od kultury, jest przedstawianie i rozumienie rzeczywistości. Do tych cech należą zmagania z zagrożeniem i poszukiwanie bezpieczeństwa. W typowej narracji baśniowej spotykamy zazwyczaj bohatera z określonymi intencjami, który napotyka na trudności. W wyniku zdarzeń toczących się wokół zagrożonych celów, trudności te zostają bądź nie zostają przezwyciężone.[14] Sytuacja bohatera oscyluje najczęściej wokół zagrożeń i przeciwności, a poszukiwanym dobrostanem spokoju i bezpieczeństwa. W baśniach z tak zwanym morałem punktem wyjścia są dramatyczne sytuacje, często jest nim osierocenie dziecka: „Odumarła matka Wasylisę, kiedy dziewczynka miała osiem lat. Przed śmiercią kupcowa zawołała do siebie córkę, wyjęła spod kołdry lalkę i dała ją Wasylisie mówiąc: - Posłuchaj, córeczko, zawsze pamiętaj moje ostatnie słowa i bądź im posłuszna. Umieram i wraz z moim matczynym błogosławieństwem pozostawiam ci tę oto lalkę. Trzymaj ją zawsze przy sobie i nikomu nie pokazuj,

[12] *Słowo o wyprawie Igora*, przeł. Julian Tuwim, Wydawnictwo im. Ossolińskich, Wrocław 1950, 10-20, s. 4.
[13] J. Krzyżanowski, *Mądrej głowie dość dwie słowie,* PIW, Warszawa 1975, t. 1, s. 301.
[14] J. Trzebiński, *Narracyjne doświadczanie…*, dz. cyt., s. 71.

a jeżeli spotka cię jakieś nieszczęście, daj lalce coś do zjedzenia i poproś ją o radę. Lalka zje i powie ci jak zaradzić nieszczęściu."[15]

Wiele baśni zaczyna się od śmierci matki, a mali bohaterowie muszą wykazać się talentem do bycia sierotą – jest to dziwny talent – zauważa Jadwiga Wais: „W realnym świecie utrata i śmierć matki są traktowane jako doświadczenie skrajnie traumatyczne. Dziecko osierocone doznaje niewypowiedzianej bezsilności, rozpaczy, a jego poczucie bezpieczeństwa jest raz na zawsze zniweczone. Ale w baśniach utrata domu i matki jest zdarzeniem powszednim. Baśniowe dziecko zwykle wcześnie traci matkę i dom dzieciństwa. Ta utrata nie ma charakteru skrajnego czy ostatecznego doświadczenia. Niezapomniane są baśniowe sceny, w których dziecko przyjmuje ze spokojem i godnością rolę sieroty. Jest w tych scenach wdzięk i stałość, które przypominają zjawiska przyrody. Oto pierwsze krople deszczu spadają na zakurzony gościniec, oto poranna łąka paruje rosą i mgłami – oto dziecko-sierota rozpoczyna nowe życie."[16]

Bohater baśniowy traci coś i zyskuje zarazem, narracja zdaje się mówić, że żadna strata nie jest ostateczna, lecz jedynie stanowi etap do następnego celu. Osierocony baśniowy bohater chociaż jest smutny, nie popada w bezradność rozpaczy, natychmiast rozpoczyna swoją przygodę pełną tajemniczych zdarzeń, niezwykłych spotkań, niespodzianek i szczęśliwych zbiegów okoliczności. Komunikat baśni brzmi zatem: „Trzeba podążać naprzód. I nie bać się. (…) Baśniowe dziecko nie jest więc zafiksowane na potrzebie bezpieczeństwa. Jest ono jak Głupiec z pierwszej karty tarota. Głupiec symbolizuje start, punkt zero, początek wędrówki"[17]. Niewinny Głupiec stanowi archetypowy motyw inicjacji – zaczynania od początku, od nowa. Jego przeciwieństwem jest postawa melancholika, którego czasowość nie płynie, jest zatrzymana, statyczna, nie przeobraża się, nie kieruje się ku jakiemuś celowi. Julia Kristeva pisze o traumie niemożliwości przeobrażenia braku bezpieczeństwa: „Masywna *chwila*, ociężała, bez wątpienia traumatyczna, ponieważ obciążona zbyt wielkim bólem, albo zbyt wielką radością, zatyka horyzont czasowości depresyjnej, albo raczej odbiera jej całość horyzontu, całą perspektywę. Nastawiony na przeszłość, powracający stale do raju albo do piekła nieprzemijalnego doświadczenia, melancholik odznacza się dziwną pamięcią; wszystko jest skończone, wydaje się mówić, ale ja pozostaję wierny temu, co skończone, jestem do tego przygwożdżony, nie istnieje żaden możliwy obrót wypadków, nie ma przyszłości…"[18].

W baśniach ludowych oscylacja między zagrożeniem a bezpieczeństwem napędza narrację, historia opisująca samo pasmo sukcesów byłaby w istocie zbyt nudna i mało pouczająca. Brak

[15] *Wasylisa Pięknolica*, [w:] *Piórko Finista…*, dz. cyt., s. 27.
[16] J. Wais, *Bracia Grimm i siostra śmierć. O sztuce życia i umierania*, Eneteia, Warszawa 2014, s. 73.
[17] Tamże, s. 74.
[18] J. Kristeva, *Czarne słońce. Depresja i melancholia*, przeł. M.P. Markowski, R. Ryziński, Universitas, Kraków 2007, s. 65.

bezpieczeństwa nie służy jednak tylko za środek artystyczny pobudzający uwagę odbiorcy. Ma on istotny walor wychowawczy i pouczający – realne i naturalne jest w życiu cierpienie, zagrożenie i brak bezpieczeństwa. I tego uczą baśnie, całkowity stan spokoju, tak jak całkowite bezpieczeństwo jest iluzją. Skoro dowiadujemy się, że baśniowi bohaterowie nie mają lekkiego życia, również i my nie musimy oczekiwać wyłącznie sukcesów, radości, zdrowia i pewności, że wszystko ułoży się po naszej myśli. Ale z drugiej strony baśń uczy, że nie możemy też załamywać rąk i czekać aż wszystko zrobi się samo. Większość baśni mówi o inicjacji, o pierwszym razie i pokonywaniu niepewności. To z czym się zmaga bohater baśni jest przełamywaniem strachu przed wejściem w nowy etap życia, jest ucieczką od wygody bezpiecznej sytuacji. Bohater baśniowy nie cierpi na „głód bezpieczeństwa", w istocie tylko w chaosie braku poczucia bezpieczeństwa może zaistnieć proces duchowej przemiany i psychicznego wzrostu. Niebezpieczeństwo okazuje się być w opowieściach baśniowych kontrapunktem dla dalszych losów bohaterów, kreowania siebie i odkrywania prawdziwego „ja". Jest to często paradoks wzrostu psychicznego przez pomniejszenie: bohater baśniowy wycofuje się ze świata, rozwija w sposób niewidoczny, żyje w cieniu, zderza się z własnym ciemnym obszarem osobowości, pokonuje lęki, wyrównuje braki, zgłębia swoje przeznaczenie, wychodząc dzięki temu naprzeciw swemu losowi.[19]

Baśniowy bohater nie stroni od niebezpieczeństwa, nie poddaje się, a niekiedy wręcz prowokacyjnie wychodzi mu na spotkanie. Jest to odpowiedź na zagrożenia i próba asymilacji lęku przed nimi. Nie jest to jednakże postawa wojownicza, lecz godzenia się z życiem, losem i jego uwarunkowaniami, z tym co życie rozwija przed człowiekiem. Z postawy gotowości przyjęcia własnego losu rodzi się śmiałość: „Masz tu kłębek. Rzuć go i idź za nim śmiało, dokądkolwiek się potoczy"[20] – otrzymuje radę bohater od sędziwego staruszka w jednej z baśni.

4. Upostaciowiony lęk braku bezpieczeństwa

Baśnie ciemny obszar psychiki, a także stan braku poczucia bezpieczeństwa, przedstawiają za pomocą niesamowitego i magicznego świata. Bohater baśniowy stawiany jest w obliczu tego, co Rudolf Otto nazwał *numinosum*.[21] Do istotnego elementu *numinosum* należy *misterium tremendum* – tajemnica wywołująca grozę. Stąd pojawiające się w bajkach postaci demoniczne, diabły, maszkarony, smoki, kościotrupy, zjawy, duchy, groźne zwierzęta, itd., a także miejsca i krajobrazy obce, niebezpieczne, pełne tajemniczości. Zdaniem Manfreda Lurkera potwory i siły zła symbolizują

[19] J. Wais, *Ścieżki baśni. Symboliczne wędrówki do wnętrza duszy*, Eneteia. Wydawnictwo Psychologii i Kultury, Warszawa 2007, s. 127 i n.
[20] *Królewna w żabkę przemieniona*, [w:] *Piórko Finista…*, dz. cyt., s. 43.
[21] R. Otto, *Świętość. Elementy racjonalne i irracjonalne w pojęciu bóstwa*, Thesaurus Press, Wrocław 1993.

w bajkach i mitach: „to, co nieznane, niezrozumiałe, niesamowite na tamtym świecie, niszczycielską moc, która zagraża człowiekowi, lecz w końcu skazana jest na niemoc (…) Połknięcie przez potwora lub wejście samemu do ciemnej jamy brzusznej to symboliczne zstąpienie do królestwa śmierci, do świata podziemi (*descensus ad inferos*)”[22].

Lęk jako pierwotna i podstawowa kategoria ludzkich doznań od zawsze był obecny w życiu człowieka, jak również w tworzonych przez niego dziełach sztuki. Dzięki lękowi ludzkość w przejawach artystycznych może mierzyć się z frustracją, niepokojem, traumą, tragizmem ludzkiego losu. Dlatego też potrzeba przeżywania grozy i niesamowitości jest dla człowieka czymś naturalnym, „makabra i potworność stanowią sposoby neutralizowania odwiecznych trwóg, szczególnie przed przemocą i śmiercią”[23]. W bajkach, czyli jednych z pierwszych przejawów twórczości, stykamy się z fascynacją makabrą, okrucieństwem, złem, stanowiących element ludzkiej tożsamości i zakodowaną apriorycznie potrzebę psychiczną człowieka.[24] Ekspresja symboliki lęku jest bogato obrazowana w baśniach słowiańskich. W jednej z baśni zagrożenie wyobraża wielogłowy smok, któremu składa się ofiary z ludzi:[25] „Cały wasz kraj ogniem spalę i w popiół obrócę. Lasy wszystkie powyrywam, rzeki z koryt powylewam, pola i łąki zniszczę, ludzi wygubię! Jeśli chcecie ujść z życiem – karmcie mnie i synów moich do samej śmierci. Codziennie o wieczornej zorzy zostawiajcie nam na górze Piekielnicy dziewczątko lat szesnastu. Wam na ratunek nam na poczęstunek. I cóż było robić?! Zapłakał gorzko lud, ale nie było wyjścia. Od tej pory poczęto codziennie przed wieczorem szesnastoletnie dziewczę wieść na górę Piekielnicę i tam przykuwać do stuletniego dębu. Przylatywały wówczas smoki, pożerały biedaczkę, a kości wyrzucały do jeziora”.[26]

W folklorze wschodniosłowiańskim występuje Baba Jaga – postać mądrej, złej i odrażającej wiedźmy. Epitet ‘*jaga’* wywodzi się z prasłowiańskiego **(j)ęga*, pol. jędza, bułg. *jezá* „męka, męczarnia”, srbchor. *jéza* „zgroza”, *jéziv* „niebezpieczny”.[27] Wiedźma, czyli ta, która wie (ma wiedzę) mogła także leczyć, odbierać porody, wróżyć, brać udział w modłach i ofiarach.[28] W opowieściach Baba Jaga mieszka w głuchym lesie w chatce na kurzej nóżce, pożera dzieci, ale ze zwierzętami żyje w harmonii, przemieszcza się przy pomocy latającego moździerza, sprawuje

[22] M. Lurker, *Przesłanie symboli w mitach, kulturach i religiach*, przeł. R. Wojnakowski, Znak, Kraków 1994, s. 322.
[23] K. Slany, *Groza w literaturze dziecięcej. Od Grimmów do Gaimana*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego, Kraków 2016, s. 6.
[24] Tamże, s. 7.
[25] Wiadomo, że Słowianie praktykowali ofiary zakładzinowe. Ofiary z ludzi, składane wpierw bóstwom, zastąpiły ofiary ze zwierząt i pożywienia. Składanie ofiar miało na celu przebłaganienie sił zła i odwrócenie niebezpieczeństwa i bezpośrednio wiązało się z politeistycznym kultem.
[26] *Cud-Maria Długowłosa i Waniuszka,* [w:] *Alonuszka*…, dz. cyt., s. 32.
[27] A. M. Kempiński, *Słownik mitologii ludów indoeuropejskich*, SAWW, Poznań 1993, s. 64.
[28] J. Tyszkiewicz, *Pogańska Polska. Wierzenia, kalendarz, zwyczaje*, Oficyna Wydawnicza ASPRA-JR, Warszawa 2020, s. 127.

kontrolę nad porankiem, dniem i nocą, pogodą. Pierwotnie mogła być ona władczynią dzikich zwierząt (zwykle towarzyszy jej kot, kruk, sowa i wąż) oraz zaświatów, wskazują na to atrybuty wykorzystane w mitach np. płot wokół domu Baby Jagi zrobiony z ludzkich kości i ozdobiony czaszkami, zasuwa do drzwi i rygle wykonane z odciętych nóg i rąk, jak również sam jej wygląd odwołują się do symboliki śmierci (ślepota, przerażająca groteskowa anatomia, prochy zmarłych itp.). Elementy baśniowe nawiązują do pogańskich rytuałów pogrzebowych praktykowanych na terenach słowiańskich do IX wieku:

„Chatka to tak zwany dom śmierci, w którym pozostawiano prochy zmarłego, a kurza nóżka – wynik przeinaczenia dawnego słowa, określającego filar, na którym umieszczone było rytualne pomieszczenie. Baba Jaga, stojąc nieruchomo, odgrywa zaś rolę »umarłego«, niepotrafiącego dostrzec żywej osoby i wyczuwającego jej obecność wyłącznie po zapachu".[29]

W baśni *Wasylisa Pięknolica* spotkanie z tym mrocznym i niebezpiecznym aspektem tak właśnie wygląda: „Niebawem dał się słyszeć w lesie straszny hałas: trzeszczały drzewa, chrzęściły suche liście i wyjechała z lasu Baba Jaga – jedzie w stępie, tłuczkiem ją pogania, ślady miotłą zaciera starą. Podjechała do wrót, zatrzymała się i węsząc dookoła krzyknęła: - Fu, fu! Czuję człowieka! Kto tu jest?"[30]

Sceneria zagrożenia jest więc jednocześnie zwyczajna – wyobraża ją leśna przyroda, a zarazem niezwykła – spotkanie z monstrum. Odpowiada to naszemu doświadczaniu psychicznemu, w którym mieszają się zarówno całkiem normalne, potoczne i neutralne przeżycia, jak też te, które nami wstrząsają do głębi, napełniają lękiem i przerażają. Zmiany jakościowe tych stanów wyobrażają transformacje postaci bohaterów w zwierzę, kamień, zjawiska przyrodnicze. W spotkaniu bohaterów z Babą Jagą odzywa się motyw inicjalny – kapłanki, która wprowadza młodych adeptów (dziewczęta i chłopców) w pogłębiony rodzaj poznania, „wgląd", metaforycznie oznacza to „pożarcie" świadomości. Młodzi bohaterowie baśniowi wypowiadają wówczas formułkę: „Chatko, chatko! Stań tyłem do lasu, a do mnie przodem"[31].

Męskim odpowiednikiem śmiercionośnej siły Baby Jagi był w folklorze wschodniosłowiańskim Kościej Nieśmiertelny – maszkara o podobnym do niej niszczycielskim działaniu: „Pogalopował Kościej, dopędził Iwana-carewicza, porąbał go na drobne kawałki i włożył do beczki smołowej. Okuł tę beczkę żelaznymi obręczami i wrzucił do morza błękitnego".[32]

[29] A. N. Wilk, *Wiedźma i jej straszna seksualność. Wierzenia słowiańskie a współczesna rosyjska literatura grozy*, [w:] *Groza i postgroza,* red. Ksenia Olkusz, Barbara Szymczak-Maciejczyk, „Perspektywy Ponowoczesne" t. VII, Ośrodek Badawczy FACTA FICTA, Kraków 2018, s. 539, zob. A. Woźniak, *Żeńskie istoty mityczne w folklorze polskim i białoruskim*, „Roczniki Humanistyczne", 2002 t. 50 z. 7, s. 153 i n.
[30] *Wasylisa Pięknolica*, [w:] *Piórko Finista…*, dz. cyt., s. 33.
[31] *Piórko Finista Jasnego, Cud Sokoła*, [w:] *Piórko Finista…*, dz. cyt., s. 9.
[32] *Maria Mariewna,* [w:] *Piórko Finista…*, dz. cyt., s. 21.

Niebezpieczeństwo wyobrażane jest również w baśniach jako nieprzewidywalne zdarzenie, jako to, co spotyka człowieka nagle i co zwykło określać się złym losem, pechem. Baśń zdaje się przypominać, że nie zawsze człowiek zdoła zabezpieczyć się i że istnieją zagrożenia, z którymi sobie nie poradzi: „I nagle ni stąd ni zowąd, ni tak ni siak wyskoczył niedźwiedź Miszka! Schwycił Daszę – i w nogi. Biegł, biegł, aż na koniec przybiegł do swego domu."[33] Są to nieszczęścia „ciche" i niespodziewane, a jednak burzące niemal całkowicie bezpieczne życiowe *status quo*, tak jak w przewrotnym tekście Ludwika Jerzego Kerna[34] *Cicha woda*:

„Płynął strumyk przez zielony las
A na brzegu leżał stukilowy głaz.
Płynął strumyk, minął jakiś czas
Stukilowy głaz zaginął
Strumyk płynie tak jak płynął.

Cicha woda brzegi rwie
Nie wiadomo jak i gdzie.
Nie zdążysz nawet zabezpieczyć się,
Bo nie zna nikt metody
jak się ustrzec cichej wody…".

Radzenie sobie z zagrożeniami włącza się w uniwersum ludzkich prób transformacji zła. Symboliczne przedstawienia zagrożeń zyskują w baśniach postaci demoniczne, przerażające, niekiedy groteskowe. Złowieszczo zbliżają się one do największego zła stojącego przed człowiekiem – śmierci. Wspólny dla wszystkich ludzi lęk przed śmiercią jest przezwyciężany w mitach i baśniach drogą nieustannych przemian bohaterów, co baśń symbolicznie wyobraża na przykład tak: „Przemieniła się Helena Mądra w studnię, a Iwana-carewicza w jasnego sokoła zamieniła. Siedzi sokół na cembrowinie, popija kryniczną wodę"[35]. W obliczu zagrożeń, których człowiek nie jest w stanie pokonać, pozostaje neutralizacja lęku w ciągle ponawianych próbach transformacji własnego potencjału duchowego. W baśniach może ono przybierać formę zstępowania w niebezpieczne miejsca (zaświaty, pod ziemię, na dno morza itd.). Wędrówka bohaterów okupiona jest wyrzeczeniami, ranami, rezygnacją, ale jednocześnie otwiera podmiot na doświadczenia pogłębionego widzenia i rozumienia.

[33] *Niedźwiedź Miszka*, [w:] *Alonuszka…,* dz. cyt., s. 20.
[34] Zob. L. J. Kern, *Litery cztery. Wiersze prawie wszystkie*, Wydawnictwo Literackie, Kraków 2008.
[35] *Władca Wód i Helena Mądra*, [w:] *Alonuszka*…, dz. cyt., s. 74.

5. Obiekt zastępczy w drodze ku bezpieczeństwu

Magiczną wartość posiadają w baśniach cudowne przedmioty – amulety, talizmany, a także zaklęcia. Człowiek od wieków łączył znalezienie szczęścia z magicznymi przedmiotami wierząc, że przynoszą one powodzenie, pomyślność, uwalniają od chorób, chronią przed rzucaniem uroków, odwracają zły los. Inkluz chronił posiadacza i dawał mu szczególne miejsce we wspólnocie, wierzono, że zamieszkuje w nim niezwykła, duchowa siła. Wśród Słowian powszechnie noszono amulety wykonane z roślin: paciorki z pestki wiśni, orzecha laskowego, kłokoczki południowej i mchu; amulety z kości (bądź z kłów) zwierząt: wilka, niedźwiedzia, dzika, lisa, bobra, psa i konia, z poroża jelenia. Noszącym amulety z kłów przypisywano odwagę i siłę. Moc magiczną miały posiadać też amulety w postaci wisiorków wykonanych z kręgów rybich i muszli. Jako swoisty środek ochronny traktowano również sierść zwierzęcą czy puch zajęczy.[36]

Apotropaiczne (z gr. *apotropaion* – odwracający zło), chroniące przed nieszczęściem, złymi mocami i duchami, amulety oraz inne przedmioty, są częścią magii ochronnej. W baśni apotropaiczną wartość może mieć na przykład lalka, której składa się ofiary, pielęgnuje się ją i chodzi wokół niej: „Wasylisa poszła do swojej komórki, postawiła przed lalką przygotowaną dla niej wieczerzę i powiedziała: - Masz laleczko, jedz na zdrowie, a ja – co mi grozi – opowiem: kazano mi iść do Baby Jagi po ogień. Baba Jaga mnie pożre! Lalka zjadła i oczy jej rozbłysły jak dwie świeczki. – Nie bój się, Wasyliso kochana! – powiedziała. Idź, gdzie ci kazano, tylko trzymaj mnie wciąż przy sobie. Jeżeli będę z tobą nic ci się złego nie stanie u Baby Jagi."[37]

Rytuały apotropaiczne występują w wielu kulturach tradycyjnych, szczególnie w szamanizmie, ich elementem są magiczne zabiegi mające chronić ciało przed chorobami i innymi zagrożeniami. W przypadku lalki, która jest pomniejszonym wyobrażeniem ludzkiego ciała, zabiegi magiczne mogą polegać na projekcji zagrożeń na przedmiot i przez to stanowić próbę oddalenia niebezpieczeństwa bezpośrednio od ciała, towarzyszyć temu mogą wypowiadane formuły i zaklęcia „odwracające" negatywności. Zachowanie takie polega na psychicznej sugestii i autosugestii.

6. Podsumowanie

Nie ma zjawiska, które miałoby określony ładunek szczęścia czy nieszczęścia,[38] również skala niebezpieczeństwa wydaje się być określana w zależności od tego, jak się je interpretuje. Baśnie

[36] J. Wawrzeniuk, *Kilka refleksji na temat prób rekonstrukcji wierzeń mieszkańców ziem polskich we wczesnym średniowieczu*, „Ethos" 29(2016), nr 3(115), s. 64.
[37] *Wasylisa Pięknolica*, [w:] *Piórko Finista…*, dz. cyt., s. 30.
[38] W. Tatarkiewicz, *O szczęściu*, WN PWN, Warszawa 2005, s. 271.

interpretują zagrożenie w sposób dynamiczny, przeciwstawiając mu aktywność bohaterów. Filozofia słowiańska jakkolwiek rozdziela zdarzenia negatywne i pozytywne, koncentruje się w dużym stopniu na neutralności w obrębie bytu. Neutralna dla dawnych Słowian, co znajduje odbicie w mitach i baśniach, jest sama Natura-przyroda, a ścieranie się przeciwieństw w jej obrębie ukazuje konfrontację sił jasnych i ciemnych – obie są równie istotne w kształtowaniu bytu.[39] Podobnie ma się rzecz z ludzkim życiem – działaniem i zaniechaniem, które nadają kształt każdej egzystencji. Przeciwdziałanie niebezpieczeństwu z jednej strony, a z drugiej godzenie się z jego nieuchronnością, stanowią dwie uzupełniające się drogi ludzkiego kontinuum, o którym mówią słowiańskie baśnie. W opowieściach tych zdarzenia z pozoru błahe okazują się ważne, a te niebezpieczne są w istocie konieczną drogą wiodącą bohaterów do szczęścia. Świat przedstawieniowy opowieści ukazuje możliwość transformacji zła w dobro, współistnienia przeciwieństw, mediacji zwaśnionych stron. Baśń staje niejako ponad antagonizmem negatywne – pozytywne i stara się dostrzegać w niebezpieczeństwie potencjał przezwyciężania go, będący jednocześnie szansą rozwoju duchowego. Konwencja baśni może sobie na to pozwolić, gdyż ułatwia jej to związek ze światem fantazji, co jest właściwe temu gatunkowi. Oralna tradycja słowiańska wpisuje się w taką konwencję.

Bibliografia

Alonuszka. Rosyjskie baśnie ludowe, przeł. Stanisław Czaja, Raduga, Moskwa, Wydawnictwo „Alfa", Warszawa 1989.

Bettelheim Bruno, *Cudowne i pożyteczne. O znaczeniach i wartościach baśni*, przeł. D. Danek, WAB, Warszawa 2010.

Janicki Kamil, *Cywilizacja Słowian. Prawdziwa historia największego ludu Europy*, Wydawnictwo Poznańskie, Poznań 2023.

Kern Ludwik Jerzy, *Litery cztery. Wiersze prawie wszystkie*, Wydawnictwo Literackie, Kraków 2008.

Kempiński Andrzej M., *Słownik mitologii ludów indoeuropejskich*, SAWW, Poznań 1993.

Kostecka Weronika, *Baśń postmodernistyczna: przeobrażenia gatunku*, SBP, Warszawa 2014.

Kristeva Julia, *Czarne słońce. Depresja i melancholia*, przeł. M.P. Markowski, R. Ryziński, Universitas, Kraków 2007.

Krzyżanowski Julian, *Mądrej głowie dość dwie słowie*, PIW, Warszawa 1975.

Lurker Martin, *Przesłanie symboli w mitach, kulturach i religiach*, przeł. R. Wojnakowski, Znak, Kraków 1994.

[39] L. Ostasz, *Filozofia prasłowiańska. Próba rekonstrukcji i uzupełnienia*, Wydawnictwo Cepheus, Olsztyn 2021, s. 75 i n.

Ługowska Jolanta, *Baśń jako wprowadzenie do myślenia aksjologicznego*, [w:] *Kulturowe konteksty baśni* t. 2, *W poszukiwaniu straconego królestwa*, red. G. Leszczyński, Centrum Sztuki Dziecka, Poznań 2006.

Ostasz Lech, *Filozofia prasłowiańska. Próba rekonstrukcji i uzupełnienia*, Wydawnictwo Cepheus, Olsztyn 2021.

Otto Rudolf, *Świętość. Elementy racjonalne i irracjonalne w pojęciu bóstwa*, Thesaurus Press, Wrocław 1993.

Pieczywok Andrzej, *Idee bezpieczeństwa człowieka w teoriach i badaniach naukowych. Wybrane problemy*, Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz 2021.

Piórko Finista. Rosyjskie baśnie ludowe, przeł. Maria Dolińska, Raduga, Moskwa 1983.

Pokruszyńki Witold, *Filozofia bezpieczeństwa*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Gospodarki Euroregionalnej, Józefów 2013.

Slany Katarzyna, *Groza w literaturze dziecięcej. Od Grimmów do Gaimana*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego, Kraków 2016.

Słowo o wyprawie Igora, przeł. Julian Tuwim, Wydawnictwo im. Ossolińskich, Wrocław 1950.

Szmyd Jan, *Poczucie bezpieczeństwa jako wartość społeczna, etyczna i egzystencjalna. Rozważania podstawowe,* „Państwo i Społeczeństwo", XIV, 2014, s. 9-20.

Tatarkiewicz Władysław, *O szczęściu*, WN PWN, Warszawa 2005.

Trzebiński Jerzy, *Narracyjne doświadczanie i narracyjna refleksja*, [w:] *Samoświadomość i jakość życia. Perspektywa psychospołeczna*, red. L. Pytka, T. Rudowski, Warszawa 2004, s. 61-80.

Tyszkiewicz Jan, *Pogańska Polska. Wierzenia, kalendarz, zwyczaje*, Oficyna Wydawnicza ASPRA-JR, Warszawa 2020.

Wais Jadwiga, *Bracia Grimm i siostra śmierć. O sztuce życia i umierania*, Eneteia, Wydawnictwo Psychologii i Kultury, Warszawa 2014.

Wais Jadwiga, *Ścieżki baśni. Symboliczne wędrówki do wnętrza duszy*, Eneteia. Wydawnictwo Psychologii i Kultury, Warszawa 2007.

Wawrzeniuk Joanna, *Kilka refleksji na temat prób rekonstrukcji wierzeń mieszkańców ziem polskich we wczesnym średniowieczu*, „Ethos" 29(2016), nr 3(115), s. 46-65.

Wilk Anna N., *Wiedźma i jej straszna seksualność. Wierzenia słowiańskie a współczesna rosyjska literatura grozy*, [w:] *Groza i postgroza*, red. K. Olkusz, B. Szymczak-Maciejczyk, „Perspektywy Ponowoczesne" t. VII, Ośrodek Badawczy FACTA FICTA, Kraków 2018, s. 537-550.

Woźniak Anna, *Żeńskie istoty mityczne w folklorze polskim i białoruskim*, „Roczniki Humanistyczne", 2002 t. 50 z. 7, s. 146-157.

Streszczenie

Celem artykułu jest analiza roli jaką pełni tradycja ustna w umacnianiu bezpieczeństwa. Starosłowiańska tradycja oralna posłużyła nam za przykład narracyjnego doświadczania

rzeczywistości oraz międzypokoleniowego przekazu wiedzy. Ważnym obiektem przyjętych analiz jest baśń jako tradycyjna opowieść, będąca w kulturach oralnych metodą komunikacji symbolicznych treści. Tak pojęta narracja służyła generowaniu i przekazywaniu określonych treści kulturowych (wzorów, archetypów, schematów myślenia i działania). Opowieści i baśnie stały się więc kluczem do rozumienia tradycyjnych kultur oralnych, nie posługujących się u zarania swej historii pismem, tak jak miało to miejsce w cywilizacji Słowian. Analizując narracyjną strukturę tekstu baśni, pochodzących ze wschodniej Słowiańszczyzny, staramy się odkodować i odczytać kontekst pojmowania bezpieczeństwa, który rozumiemy tutaj jako podstawową ludzką potrzebę. Symbolika bezpieczeństwa i stopień jej intensywności w baśniach odzwierciedlają uniwersalne zmagania człowieka, które można określić stałym balansowaniem na granicy zagrożenia i bezpieczeństwa, stycznością między życiem a śmiercią, stratą a duchową odnową.

PART II

Dynamics of Communication and Negotiation in a World of Conflicts

Анжеліка Бондарчук,
викладачка циклової комісії журналістики,
Івано-Франківська філія Університету «Україна»;
аспірантка кафедри журналістики,
Тернопільський національний педагогічний
університет імені Володимира Гнатюка (Україна)
ORCID ID: 0009-0001-0251-8888

Максим Вербовецький,
аспірант кафедри журналістики,
Тернопільський національний педагогічний
університет імені Володимира Гнатюка (Україна)
ORCID ID: 0009-0002-0510-8857

Андрій Вільчинський,
аспірант кафедри журналістики,
Тернопільський національний педагогічний
університет імені Володимира Гнатюка (Україна)
ORCID ID: 0009-0006-1361-8741

РОЛЬ МЕДІА ГРОМАД У СУЧАСНОМУ ЦИФРОВОМУ КОМУНІКАЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

У статті досліджено особливості функціонування локальних засобів масової комунікації в умовах цифрової трансформації та російсько-української війни. Актуальність теми зумовлена необхідністю зміцнення комунікаційних зв'язків між органами місцевого самоврядування, журналістами та громадянами в умовах децентралізації, посилення інформаційної безпеки та суспільної згуртованості. У роботі проаналізовано основні функції медіа громад – формування локальної ідентичності, забезпечення прозорості влади, підвищення рівня довіри населення до місцевих інституцій, а також сприяння громадському діалогу.

Висвітлено вплив цифровізації на розвиток медіа громад, зокрема інтеграцію соціальних мереж, месенджерів та мультимедійних форматів у діяльність локальних медіа. Окреслено нові виклики, серед яких – конкуренція в онлайн-просторі, потреба в цифровій грамотності, дотримання журналістських стандартів та пошук сталих бізнес-моделей. На основі сучасних соціологічних досліджень і практичних кейсів визначено основні напрями розвитку медіа громад: журналістика змін, журналістика рішень, антикорупційні розслідування, просвітницька діяльність, а також висвітлення людських історій, волонтерських ініціатив і локальних успіхів у період війни.

Результати дослідження засвідчують, що медіа громад відіграють ключову роль у формуванні інформаційної культури місцевих спільнот, сприяють соціальній інтеграції та

розвитку демократичного суспільства. Цифрові технології відкривають перед ними нові можливості для ефективної взаємодії з громадянами, водночас ставлячи завдання професійного вдосконалення та адаптації до нових комунікаційних реалій.

***Ключові слова*:** медіа громад, локальні медіа, цифрове середовище, комунікація, контент

Для успішного розвитку демократичних процесів у сучасній Україні необхідне оновлення та модернізація медіаландшафту. У цьому контексті ключовим завданням для загальнонаціональних медіа стало їх роздержавлення та висвітлювання важливих державних й управлінських питань. Після 24 лютого 2022 року постали нові виклики, пов'язані з потребою дослідження ролі, функцій і завдань регіональних засобів масової комунікації в умовах російсько-української війни.

Попри те, що особливості визначення поняття медіа громад можуть відрізнятись залежно від умов країни та місцевості, все ж є певні обов'язкові та незмінні характеристики – мовлення громад функціонує на основі організації громадянського суспільства та спільної участі. На відміну від комерційного мовлення, воно діє із суспільною метою, а не для приватної вигоди. Громадські інформаційні ресурси забезпечують мешканцям об'єднань доступ до інформації та надають право голосу, сприяють дискусіям на рівні громад, обміну інформацією та знаннями, а також допомагають приймати суспільно важливі рішення.[1]

Регіональні медіа в сучасній Україні висвітлюють життя місцевої громади, соціальні проблеми краю, роботу місцевого самоврядування, досягнення та успіхи процесу децентралізації. Вони також змінюють традиційні моделі свого функціонування – реалізовують мультимедійні проєкти, створюють власні сторінки у соціальних мережах, конвергентні платформи для дискусій і діалогу громади з органами державної влади.[2] Система мовлення громад має виконувати кілька завдань:

1) посилення ідентичності громад та їхньої ролі в забезпеченні демократичного управління української держави;

2) збереження культурного та мовного розмаїття українського народу;

3) підвищення медійного плюралізму;

4) об'єктивне висвітлення життєдіяльності громади.

Як зазначають учені Гудзь О. Є., Петькун С. М., епоха цифрових медіа породжує численні трансформації в суспільстві, комунікаційних моделях та алгоритмах поведінки

[1] Джолос О. В. Організаційно-правове становлення локальних публічних аудіовізуальних медіа в Україні. О Джолос. Наукові записки Інституту журналістики, Том 1 (78) 2021 1 (78). С. 65-73.
[2] Шмаленко Ю. І. Законодавче врегулювання медійної сфери в Україні як важливий крок країни до вступу в ЄС. Політикус : наук. журнал. 2022. Спецвипуск. С. 136–142.

державних установ, організацій, підприємств, населення – підвищується швидкість інформаційних потоків, відбувається їх персоналізація, інтерактивність, мультимедійність, гіпертекстовість, конвергенція, зручність у комунікації, скорочується відстань між користувачами, спостерігається гнучкість форм та змісту контенту й потоковість його споживання, необмеженість обсягів, анонімність, віртуалізація, відсутність цензури й модерації. Розширюються технологічні можливості й нарощуються комунікативні практики.[3]

Відповідно актуальність наукової розвідки зумовлена глибокими трансформаціями інформаційного простору, спричиненими цифровізацією та розвитком новітніх технологій. У цих умовах медіа громад стають важливим інструментом формування локальної ідентичності, забезпечення прозорості влади та налагодження ефективного зворотного зв'язку між громадянами й органами місцевого самоврядування. За даними соціологічного опитування Центру Разумкова, проведеного у січні 2024 року, в Україні протягом останніх трьох років спостерігається зростання недовіри громадян до місцевих рад та керівників громад. Однією з ключових причин такої тенденції є недостатній рівень комунікації між представниками влади та жителями громад. Як зазначає Гаяне Авакян, «через дефіцит кваліфікованих спеціалістів і нерозуміння важливості ефективної комунікації органи місцевого самоврядування часто ігнорують потребу у професійних пресслужбах, аналітиці громадської думки та вивченні запитів населення. Інформаційні повідомлення місцевої влади нерідко перевантажені бюрократичною термінологією, а коментарі посадовців залишаються надто загальними й нечіткими».[4] Сучасне цифрове середовище відкриває перед локальними медіа нові можливості для оперативного поширення інформації, мобілізації спільнот і зміцнення довіри до джерел, однак водночас ставить перед ними виклики, пов'язані з конкуренцією в онлайн-просторі, необхідністю цифрової грамотності та дотриманням стандартів журналістики. Отже, дослідження ролі медіа громад у цифрову епоху є актуальним для розуміння їхнього впливу на розвиток місцевих спільнот, підтримку демократичних процесів і зміцнення інформаційної безпеки України.

В Україні зростає інтерес до вивчення медіа громад як чинника інформаційної згуртованості під час війни, цифрових викликів і регіональної трансформації. Зокрема, дослідження виконане за підтримки Fondation Hirondelle та IRMI аналізує роль локальних медіа у сприянні

[3] Гудзь О. Є., Петькун С. М. Формування нової медіа реальності в умовах цифрових трансформацій. Публічне управління та адміністрування. ВІСНИК ХНТУ № 4(87), 2023 р. С. 339-345

[4] Оринчак М. Налагодити контакт. Чим журналісти-медіатори корисні для редакцій і громад – кейс Агенції «Або». Медіамейкер. 2024. URL: https://mediamaker.me/chym-zhurnalisty-mediatory-korysni-dlya-redakczij-i-gromad-kejs-agencziyi-abo-11142/

соціальній згуртованості у 23 громадах, здебільшого на лінії фронту, у період березня-вересня 2024 року.[5]

В умовах інформаційної децентралізації саме локальні медіа виступають важливим чинником підвищення прозорості влади, сприяння розвитку громадянського суспільства та протидії дезінформації.У сучасному цифровому комунікаційному середовищі роль медіа громад набуває особливої ваги, оскільки саме вони забезпечують зв'язок між локальними спільнотами, органами влади та громадянами. Цифровізація суспільства створює умови для активного розвитку регіональних медіа, які стають не лише джерелом інформації, а й майданчиком для формування громадської думки, суспільного діалогу та реалізації демократичних практик.

Цифрова трансформація навколо локальних медіа охоплює як зміну платформи (наприклад, застосування соцмереж, мессенджерів), так і зміну моделей участі аудиторії та взаємодії. Internews Ukraine (2025) зазначає, що понад 60 % українців у 2024 році стежили за регіональними сторінками або каналами в соцмережах; 52 % отримували інформацію з сайтів місцевих новин. Упродовж 2024 року місцеві засоби масової інформації зберегли високий рівень довіри серед населення. Понад 60% українців стежили за регіональними сторінками чи каналами у соціальних мережах, 52% отримували новини з місцевих інтернет-ресурсів, а 48% – з регіональних телеканалів. Такі показники демонструють значний потенціал місцевих медіа як впливових комунікаторів у своїх громадах. Втім, для повної реалізації цього потенціалу регіональні медіа мають активно розвиватися, зокрема у напрямках журналістики змін та журналістики рішень. Перша спрямована на підвищення суспільної обізнаності та стимулювання позитивних зрушень, тоді як друга – на висвітлення реальних прикладів ефективного розв'язання локальних проблем. Робота в цих форматах потребує високого професіоналізму, уміння залучати ресурси, працювати з новими медіаформатами та дотримуватися стандартів цифрової безпеки. Це особливо актуально, зважаючи на численні кібератаки російських хакерів на українські медіа, зафіксовані у 2024 році.[6]

Значна частина жителів громад отримує інформацію про події місцевого значення через офіційні вебсайти органів місцевого самоврядування. Такий формат комунікації забезпечує громадянам доступ до необхідних інструментів участі в ухваленні рішень. Мешканці громад

[5] Оринчак М. Налагодити контакт. Чим журналісти-медіатори корисні для редакцій і громад – кейс Агенції «Або». Медіамейкер. 2024. URL: https://mediamaker.me/chym-zhurnalisty-mediatory-korysni-dlya-redakczij-i-gromad-kejs-agencziyi-abo-11142/

[6] Високоякісні медіа - процвітаючі громади. Інтерньюз Україна. 2024. URL: https://internews.ua/en/project/programi-z-pidtrimki-regionalnih-media-u-2024-mu?utm_source=chatgpt.com

можуть оперативно ознайомитися з актуальною інформацією, долучитися до розвитку громади, висловити власні пропозиції чи відстежити, зокрема, виконання місцевого бюджету.

У результаті цього формується найцінніше – довіра між мешканцями та владою, зростає готовність до співпраці й спільного пошуку ефективних шляхів розв'язання актуальних проблем. За таких умов нові ініціативи реалізуються швидше, а конструктивні ідеї отримують реальну можливість бути втіленими. Незалежно від обраної вебплатформи, офіційний сайт громади виконує кілька важливих функцій, зокрема:

- забезпечує громадянам доступ до обов'язкової загальної інформації: відомостей про голову ради, депутатський корпус, постійні та тимчасові комісії, а також до необхідної офіційної документації органу місцевого самоврядування;

- надає додаткову інформацію для різних зацікавлених сторін, зокрема про історію громади, соціально-економічний розвиток, статистичні дані, інвестиційний паспорт, перелік комунальних підприємств, освітніх закладів та громадських організацій;

- забезпечує оперативний зворотний зв'язок із органами місцевого самоврядування через електронні адреси, онлайн-форми звернень, сервіси електронних петицій чи віртуальні приймальні;

- інформує мешканців про актуальні події в житті громади, області чи країни, публікує важливі оголошення, офіційні повідомлення та інші суспільно значущі новини.

Сторінки в соціальних мережах – це найпростіший спосіб поширення і донесення інформації до мешканців громад. Публікації на таких платформах доцільно здійснювати у стислому форматі, з використанням зрозумілої та доступної мови. Такий підхід не потребує значних часових чи фінансових витрат, а також спеціального технічного забезпечення. Завдяки мобільним пристроям мешканці громади мають змогу оперативно ознайомлюватися з інформаційними повідомленнями та висловлювати власну позицію щодо актуальних подій.

Окреслимо основні вектори побудови комунікації з громадою в онлайн-середовищі:

1. *Вибір платформи*. Вибір соціальної мережі або месенджера, що є найпопулярнішим серед аудиторії громади (наприклад, Facebook, Telegram, Viber, WhatsApp, Instagram).

2. *Ідентифікація сторінки*. Створення сторінки чи каналу із простою та зрозумілою назвою, яка асоціюється з громадою та сприяє її впізнаваності.

3. *Визначення відповідальних осіб* (координатора або групу осіб) за ведення соціальних мереж, які здійснюватимуть підготовку, редагування та публікацію контенту.

4. *Формування тематичних напрямів*, орієнтованих на інформування мешканців про діяльність органів місцевого самоврядування (важливі оголошення, події громади, запрошення до участі у заходах тощо).

5. *Планування контенту*. У межах кожного тематичного напряму визначається орієнтовний перелік публікацій та осіб, відповідальних за їх підготовку.

6. *Регламент публікацій*. Оптимальним є планування, що забезпечить регулярність і стабільність інформаційного потоку.

7. *Візуальний супровід.* Створення бази матеріалів громади (зображення об'єктів природи, архітектури, соціальної інфраструктури, культурних подій, мешканців тощо), які можуть використовуватися для ілюстрування публікацій.

8. *Підготовка публікацій*. Згідно з алгоритмами інформаційних платформ, рекомендовано обмежувати обсяг одного допису п'ятьма реченнями та однією ілюстрацією для соціальних мереж Facebook і Instagram, або двома реченнями та однією фотографією для месенджерів Telegram і Viber.

9. *Підтримка активності*. Ефективність інформаційної сторінки органу місцевого самоврядування залежить від систематичного оновлення контенту та залучення громадян до комунікації. Регулярне оновлення сторінки формує у мешканців уявлення про неї як про надійне, активне та сучасне джерело інформації про життя громади.[7]

Зазначимо, що сучасна аудиторія все більше звертається до місцевих онлайн-каналів, що свідчить про необхідність переходу медіа громад у цифрові формати. З повномасштабним вторгненням 24 лютого 2022 р. російської армії на територію України контент сторінок і груп територіальних громад у Facebook почав дещо змінюватися і доповнився відомостями про:

1) потенційні загрози, безпеку, громадський порядок, правила поводження у надзвичайних ситуаціях та проведення відповідного навчання серед мешканців громади;

2) порядок надання працівниками апарату управління і фахівцями громади різноманітних послуг;

3) волонтерську діяльність та допомогу Збройним силам України і внутрішньо переміщеним особам;

4) ушанування пам'яті загиблих захисників України та всіх, хто втратив життя внаслідок російської збройної агресії тощо.[8]

У мережі Instagram територіальні громади можуть ефективно презентувати свою діяльність через фотографії, які відображають емоції мешканців і демонструють результати впроваджених проєктів. Ведення сторінки на цій інформаційній платформі спрямоване на

[7] Комунікація в громадах: Практичні кроки до ефективного діалогу з мешканцями. Практичний посібник. 2019. URL: https://decentralization.gov.ua/uploads/library/file/558/Komunikatsiia_u_hromadakh.pdf

[8] Карпюк А. В. Соціальні мережі як важливі інструменти ділової комунікації територіальних громад України в умовах євроінтеграції. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Філологія. Журналістика. 2022. Спецвипуск, присвячений євроінтеграційній тематиці . С. 48-54.

формування позитивного образу роботи громади та підвищення її привабливості для основної цільової аудиторії – молоді.

Канал YouTube стрімко розвивається, через що зростає його вплив у медійній сфері. Однак, попри можливості, які він пропонує, існує безліч викликів – алгоритми, страйки, блокування тощо. Для локальних медіа є ще один додатковий виклик, адже їм доводиться конкурувати з великими національними каналами та боротися за своє місце в рекомендаціях, де регіональний контент часто програє.

Якщо територіальна громада налічує велику кількість користувачів інтернету, окрім соціальних мереж виникає потреба використовувати популярні в Україні месенджери, такі як Telegram, Viber. Ці цифрові інструменти дозволяють створювати спільні чати для жителів громади та слугують альтернативою спілкуванню у соціальних мережах.

У локальних медіа Івано-Франківської області спостерігається посилення онлайн-присутності. Дедалі більшого значення набувають Telegram, новинні сайти та соціальні мережі як основні джерела інформації для аудиторії. Наприклад, у регіоні Telegram як джерело новин має понад 50 % серед ВПО (внутрішньо переміщених осіб) – це передумова для адаптації медіа до цифрового середовища (Рис.1.).

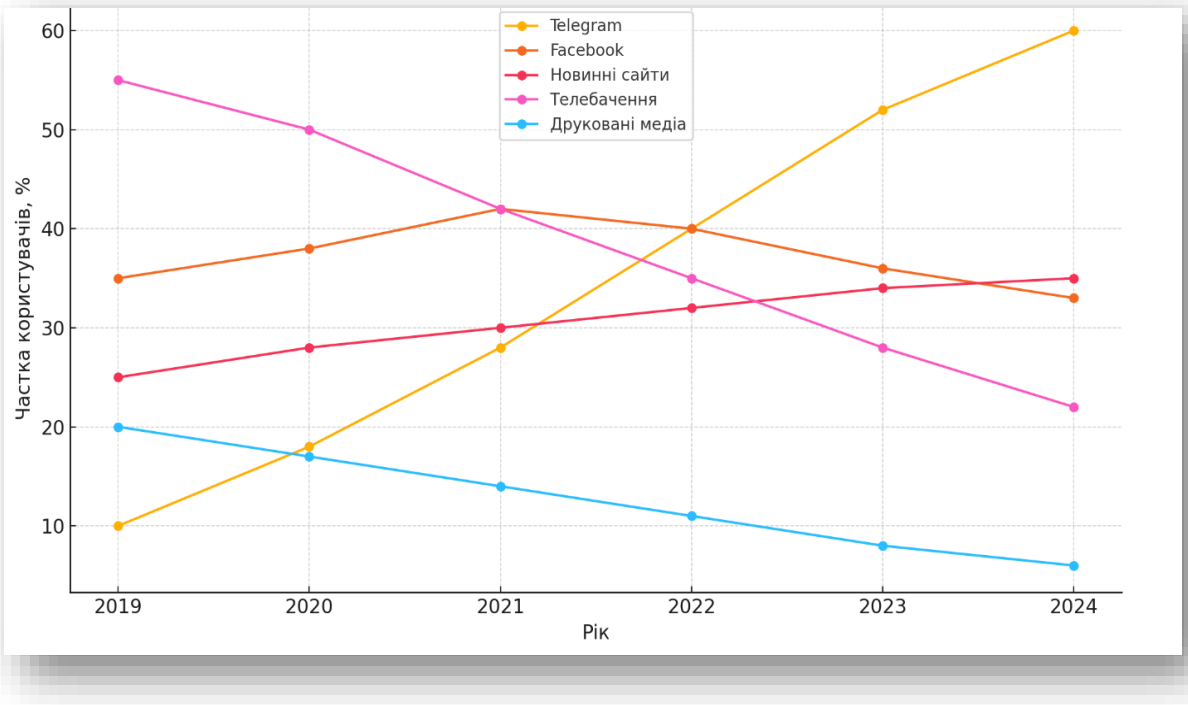


Рис. 1. *Динаміка розвитку цифрових платформ у Івано-Франківській області (2019-2024рр.).*

Медіа громад відіграють центральну роль у побудові цифрового публічного простору, оскільки забезпечують локальну комунікацію, залучають до неї громади та сприяють соціальній інтеграції. Переорієнтація на цифрові формати створює нові можливості для участі громадян у творенні споживацького контенту, однак потребує посилення цифрової грамотності. Залежність від грантового фінансування та нестача бізнес-моделей загрожує сталому розвитку медіа.

Медіа сприймаються як органи громадського контролю й ініціатори обговорення, тому визнаються важливим агентом згуртованості. За результатами опитування, проведеного українською дослідницькою компанією «Оперативна соціологія» з березня по вересень 2024 року, кожен другий респондент не стежить (або це робить рідко) за інформаційним контентом національного телемарафону «Єдині новини», віддаючи перевагу інформації від місцевих телеграм-каналів і чатів у соціальних мережах. Є запит на неупереджене і повне висвітлення подій у країні, зокрема на локальному рівні. Важливим також є отримання інформації від місцевих медіа стосовно історій звичайних мешканців громади і про місцевих волонтерів, захисників. Меншою мірою опитані зацікавлені в отриманні інформації про історії внутрішньо переміщених осіб і біженців із громади, що поїхали за кордон.[9]

Відповідно до потреб опитаних, сформовано рекомендації для журналістів щодо функціонування медіа громад:

1. **Ініціювати антикорупційні розслідування та «децентралізовані» новини.** Спостерігається значний інтерес аудиторії до журналістських антикорупційних розслідувань, а також до матеріалів, що висвітлюють проблему використання бюджетних коштів, розподілу фінансової та іншої допомоги, яку Україна отримує від міжнародних партнерів. Водночас усе частіше лунає запит на так звані «децентралізовані новини», коли місцеві медіа отримують більше свободи у виборі тем і можуть зосереджуватися на питаннях, що безпосередньо стосуються життя громади, а не лише відтворюють «порядок денний» загальнонаціональних медіа.

2. **Бути посередниками між громадою і владою.** Сьогодні офіційні канали комунікації місцевої влади функціонують недостатньо оперативно, є складними для сприйняття або не є доступними взагалі. Усе це створює у людей очікування, що функції комунікації між владою та громадою мають виконувати журналісти і медіа. Зростає потреба у журналістах як у посередниках між владою та громадою, що здатні досліджувати проблемні питання місцевого

[9] Медіа та громади /// Перезавантаження зв'язків. Результати соціологічного дослідження. 2024р. URL: https://www.hirondelle.org/wp-content/uploads/2024/10/FH_IRMI_Brochure_Social_Cohesion_Study_UKRAINE_UKR.pdf

життя та ефективно доносити їх до органів влади. Водночас підвищується запит на якісне інформування громадян про процеси планування та розподілу бюджету, залучення мешканців до обговорення важливих для громади рішень, висвітлення планів і досягнень місцевої влади. Не менш важливою залишається й просвітницька функція журналістики – роз'яснення громадянам їхніх прав, а також актуальних правових аспектів, що впливають на життя громади.

3. **Контролювати владу, не допускаючи зловживань**. Для громад особливо важливою є функція медіа як інструменту громадського контролю влади. Місцеві жителі очікують від журналістів і медіа не лише активної участі у висвітленні випадків корупції, а й пошуку шляхів налагодження діалогу з владою, конструктивного подання проблем, що сприятиме єднанню громади. Стиль подачі новин у цьому контексті має формуватися навколо конкретних проблем і можливих шляхів їх вирішення із акцентом на перспективу розвитку, а не лише на минулі події. Доцільно публікувати анонси майбутніх рішень, пояснення їх значення для громади та зворотний зв'язок – своєрідну «післямову» про те, як реалізоване рішення впливає на життя мешканців. Такий підхід сприятиме зміцненню довіри між владою та громадою, підвищить прозорість ухвалення рішень і допоможе формувати вертикально згуртоване суспільство, у якому комунікація між усіма рівнями взаємодії є відкритою.

4. **Висвітлювати діяльність армії та запобігати поширенню міфів і чуток.** Результати дослідження показали, що значна частина проблем у громадах виникає через недостатню поінформованість громадян про поточні процеси та рішення влади. Однією з найчутливіших тем залишається діяльність ТЦК і питання мобілізації. Багато упереджень і чуток з'являються саме через брак якісних роз'яснень у медіа або слабку комунікацію з боку представників ТЦК. Своєчасна та об'єктивна реакція журналістів на подібні ситуації може зміцнити довіру громадян до державних інституцій, сприяти спростуванню міфів і фейкових наративів, а також підвищити рівень прозорості та взаєморозуміння між владою і суспільством.

5. **Більше повідомляти про допомогу і тих, хто її потребує**. Ще однією важливою місією місцевих медіа є інформування громадян про можливості отримання допомоги від інших мешканців громади, волонтерських організацій, державних структур чи благодійних фондів. Згуртованість громади нерозривно пов'язана з готовністю людей підтримувати одне одного. Публікація матеріалів про актуальні потреби, ініціативи взаємодопомоги та її результати сприяє посиленню довіри між громадянами, формує культуру взаємної підтримки та створює відчуття спільної відповідальності за розвиток громади. У такий спосіб місцеві медіа стають не лише джерелом інформації, а й чинником соціальної єдності та солідарності.

6. **Переорієнтуватися в змісті контенту на «гарні новини», реальні успіхи в громадах в умовах війни та історію рідного краю.** Постійна психологічна напруга, тривожність і невизначеність майбутнього – реалії, з якими щоденно стикаються українці в умовах воєнного стану. У такій ситуації формується запит на «позитивний інформаційний контент» – новини, що надихають і об'єднують. Це можуть бути розповіді про успіхи на фронті, волонтерські ініціативи, історії місцевих мешканців тощо. Особливо цінними стають матеріали про розвиток громад, які продовжують жити й відновлюватися попри війну. Аудиторія потребує висвітлення тем про відкриття нових бізнесів, історії успіху, функціонування шкіл і дитячих садків, облаштування укриттів та інші прояви місцевої стійкості. Такі сюжети не лише підтримують моральний стан суспільства, а й демонструють, що життя триває. Для біженців подібні новини мають особливе значення, адже вони підсилюють відчуття приналежності до своєї громади та впевненість у тому, що їм є куди повертатися.

7. **«Не забувати» про біженців.** Інтерв'ю з українськими біженцями, які нині перебувають за кордоном, показали, що їхнє повсякденне життя та виклики, з якими вони стикаються, суттєво відрізняються від ідеалізованих уявлень про «спокійне і комфортне життя», які іноді побутують серед українців, що залишилися вдома. У зв'язку з цим місцевим медіа варто приділяти більше уваги висвітленню реальних історій біженців із власних громад, розповідати про їх досвід адаптації за кордоном, участь у волонтерських ініціативах, культурних і громадських проєктах, а також про діяльність, спрямовану на підтримку України за межами держави. Такий підхід не лише сприятиме зменшенню соціальної напруги та взаємних стереотипів, а й допоможе повернути біженців у медіапростір своїх громад, зробивши їх активною аудиторією місцевих ЗМІ. Як показали результати дослідження, більшість біженців майже не стежать за публікаціями локальних медіа, і однією з причин цього є саме відсутність їхніх історій у медійному наративі громади.

8. **Важливість людських історій.** Висвітлення досвіду внутрішньо переміщених осіб, біженців, мобілізованих громадян чи тих, хто повернувся з війни з травмами, допомагає показати реальні виклики, із якими вони стикаються, та шляхи їх подолання. Розповідаючи про ці історії, журналісти сприяють формуванню емпатії, взаєморозуміння та міжособистісної довіри всередині громади. Коли люди дізнаються про життєвий досвід інших, вони стають

більш толерантними, відкритими до діалогу та готовими підтримувати одне одного, що, у свою чергу, сприяє побудові згуртованих і стійких спільнот.[10]

Цифровізація процесів для забезпечення активної участі громадськості у відновленні та розвитку України має надати органам влади сучасні інструменти для залучення громадян до обговорення суспільно важливих питань, зокрема проведення місцевих опитувань і голосувань. Такі цифрові рішення також розширюють можливості громадян пропонувати власні ідеї та проєкти відновлення і розвитку, брати участь у розподілі фінансування, що сприяє більшій прозорості, довірі та партнерству між владою і суспільством.

Список використаних джерел

Високоякісні медіа – процвітаючі громади. Інтерньюз Україна. 2024. URL: https://internews.ua/en/project/programi-z-pidtrimki-regionalnih-media-u-2024-mu?utm_source=chatgpt.com

Гудзь О. Є., Петькун С. М. Формування нової медіа реальності в умовах цифрових трансформацій. Публічне управління та адміністрування. ВІСНИК ХНТУ № 4(87), 2023 р. С. 339-345.

Джолос О. В. Організаційно-правове становлення локальних публічних аудіовізуальних медіа в Україні. Наукові записки Інституту журналістики, Том 1 (78) 2021 1 (78). С. 65-73.

Карпюк А. В. Соціальні мережі як важливі інструменти ділової комунікації територіальних громад України в умовах євроінтеграції. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Філологія. Журналістика. 2022. Спецвипуск, присвячений євроінтеграційній тематиці. С. 48-54.

Комунікація в громадах: Практичні кроки до ефективного діалогу з мешканцями. Практичний посібник. 2019. URL: https://decentralization.gov.ua/uploads/library/file/558/Komunikatsiia_u_hromadakh.pdf

Медіа та громади /// Перезавантаження зв'язків. Результати соціологічного дослідження. 2024р. URL: https://www.hirondelle.org/wp-content/uploads/2024/10/FH_IRMI_Brochure_Social_Cohesion_Study_UKRAINE_UKR.pdf

Оринчак М. Налагодити контакт. Чим журналісти-медіатори корисні для редакцій і громад – кейс Агенції «Або». Медіамейкер. 2024. URL: https://mediamaker.me/chym-zhurnalisty-mediatory-korysni-dlya-redakczij-i-gromad-kejs-agencziyi-abo-11142/

[10] Медіа та громади /// Перезавантаження зв'язків. Результати соціологічного дослідження. 2024р. URL: https://www.hirondelle.org/wp-content/uploads/2024/10/FH_IRMI_Brochure_Social_Cohesion_Study_UKRAINE_UKR.pdf

Шмаленко Ю. І. Законодавче врегулювання медійної сфери в Україні як важливий крок країни до вступу в ЄС. Політикус : наук. журнал. 2022. Спецвипуск. С. 136–142

Summary

The article examines the peculiarities of the functioning of local mass media in the context of digital transformation and the Russian-Ukrainian war. The relevance of the topic is determined by the need to strengthen communication links between local authorities, journalists, and citizens in the context of decentralization, strengthening information security, and social cohesion. The paper analyzes the main functions of community media: shaping local identity, ensuring government transparency, increasing public trust in local institutions, and promoting public dialogue.

The impact of digitalization on the development of community media, in particular the integration of social networks, messengers, and multimedia formats into the activities of local media, is highlighted. New challenges are outlined, including competition in the online space, the need for digital literacy, compliance with journalistic standards, and the search for sustainable business models. Based on contemporary sociological research and practical case studies, the main directions for the development of community media are identified: journalism of change, journalism of solutions, anti-corruption investigations, educational activities, as well as coverage of human stories, volunteer initiatives, and local successes during the war.

The results of the study show that community media play a key role in shaping the information culture of local communities, promoting social integration and the development of a democratic society. Digital technologies open up new opportunities for effective interaction with citizens, while at the same time posing challenges for professional development and adaptation to new communication realities.

Keywords: community media, local media, digital environment, communication, content

Streszczenie

W artykule zbadano specyfikę funkcjonowania lokalnych środków masowego przekazu w warunkach transformacji cyfrowej i wojny rosyjsko-ukraińskiej. Aktualność tematu wynika z konieczności wzmocnienia więzi komunikacyjnych między organami samorządu lokalnego, dziennikarzami i obywatelami w warunkach decentralizacji, zwiększenia bezpieczeństwa informacyjnego i spójności społecznej. W pracy przeanalizowano główne funkcje mediów społecznych – kształtowanie lokalnej tożsamości, zapewnienie przejrzystości władzy, zwiększenie poziomu zaufania społeczeństwa do lokalnych instytucji, a także sprzyjanie dialogowi społecznemu.

Przedstawiono wpływ cyfryzacji na rozwój mediów społecznościowych, w szczególności integrację sieci społecznościowych, komunikatorów i formatów multimedialnych z działalnością lokalnych mediów. Nakreślono nowe wyzwania, wśród których znajdują się: konkurencja w przestrzeni internetowej, potrzeba umiejętności cyfrowych, przestrzeganie standardów dziennikarskich oraz poszukiwanie stabilnych modeli biznesowych. Na podstawie współczesnych badań socjologicznych i praktycznych przypadków określono główne kierunki rozwoju mediów społecznościowych: dziennikarstwo zmian, dziennikarstwo decyzji, śledztwa antykorupcyjne, działalność edukacyjna, a także relacjonowanie ludzkich historii, inicjatyw wolontariackich i lokalnych sukcesów w okresie wojny.

Wyniki badania pokazują, że media społecznościowe odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu kultury informacyjnej lokalnych społeczności, sprzyjają integracji społecznej i rozwojowi demokratycznego społeczeństwa. Technologie cyfrowe otwierają przed nimi nowe możliwości skutecznej interakcji z obywatelami, jednocześnie stawiając przed nimi zadanie doskonalenia zawodowego i dostosowania się do nowych realiów komunikacyjnych.

Słowa kluczowe: media społecznościowe, media lokalne, środowisko cyfrowe, komunikacja, treści.

Автори

Анжеліка Бондарчук – викладачка циклової комісії журналістики, Івано-Франківська філія Університету «Україна», аспірантка кафедри журналістики, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка (Україна).

Anzhelika Bondarchuk – Lecturer of the Journalism Cycle Commission, Ivano-Frankivsk Branch of the “Ukraine” University, PhD student. Department of Journalism, Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University (Ukraine)

Максим Вербовецький – аспірант кафедри журналістики, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка (Україна)

Maksym Verbovetskyi – PhD student. Department of Journalism, Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University (Ukraine)

Андрій Вільчинський – аспірант кафедри журналістики, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка (Україна)

Andriy Vilchynskyi – PhD student. Department of Journalism, Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University (Ukraine)

Krystyna Ziółkowska,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
ORCID ID: 0000-0003-4825-0597

SKUTECZNA KOMUNIKACJA JAKO REALIZACJA ZASADY WSPÓŁŻYCIA SPOŁECZNEGO W MIEJSCU PRACY

Wstęp

Skuteczna komunikacja zachodząca pomiędzy pracownikami oraz przełożonym (przełożonymi) stanowi ważny element w wykonywaniu obowiązków na rzecz pracodawcy. Dobra komunikacja ma wpływ na efektywność w pracy, zwiększenie zaangażowania w sprawy zespołu pracowników, a także jego produktywności. Polecenia wydawane przez pracodawcę mające na celu wskazanie sposobu wykonywania zadań na rzecz pracodawcy powinny być wyrażone w jasny oraz klarowny sposób. Praca w zespole stanowi jedną z kluczowych form współpracy między pracownikami. To od zaangażowania personalnego, skutecznej komunikacji, życzliwości między pracownikami oraz odpowiedzialnego kierownictwa zależy sukces podjętego projektu. Lider zespołu, który jest odpowiedzialny za pracę, również będzie odpowiadał za skuteczną komunikację, dobrą atmosferę oraz końcowy efekt wspólnej pracy. W obecnym czasie coraz częściej wykonuje się pracę w formie hybrydowej, która obejmuje pracę zdalną oraz pracę wykonywaną w zakładzie pracy w sposób stacjonarny. Regularne interakcje z grupą pracowników pozwalają na głębsze zrozumienie i zaangażowanie w wykonywanie zadań na rzecz pracodawcy. Komunikacja lidera może spowodować, że pracownicy ujawnią swoje obawy, a także takie działanie może zapewnić cenny wgląd w postrzeganie swojej roli w miejscu pracy. Skuteczna komunikacja nigdy nie powinna być jednokierunkowa ani narzucana z góry. Istotą jest stworzenie dwukierunkowego przepływu informacji, który pozwala zespołowi na swobodne przekazywanie swoich opinii i feedbacku liderowi. Niewątpliwie zrozumienie indywidualnego stylu komunikacji pracowników wymaga czasu. Skuteczna komunikacja jest kluczem do zaangażowania pracowników. Pomaga każdemu pracownikowi, na każdym szczeblu zrozumieć, co dzieje się w zakładzie pracy, jakie są jej cele i czego się od niego oczekuje. Przepisach Kodeksu pracy[1]w art. 100 § 1 pkt 6 wskazany jest obowiązek przestrzegania zasady współżycia społecznego. Zasady współżycia społecznego obowiązują w miejscu pracy i obejmują wszystkich pracowników bez względu na zajmowane stanowisko. Przepisy obejmują one zarówno osoby zatrudniane i zatrudniające na podstawie umowy o pracę, jak i umów cywilnoprawnych. przestrzegania zasad współżycia społecznego wymaga się zarówno od

[1] Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r., Kodeks pracy, Dz. U. 2020, Poz. 1320, t.j

pracownika, jak i pracodawcy. W przypadku zaniechania ich zachowania, pracodawca ma prawo do wypowiedzenia umowy.

Zasady współżycia społecznego a komunikacja pracownicza

Zasady współżycia społecznego nie zostały zdefiniowane w polskim prawie, toteż dookreśla je orzecznictwo i literatura. W literaturze przyjmuje się, że są to „normy obyczajowe obowiązujące w określonym czasie i miejscu w stosunkach między ludźmi. Określają akceptowane przez daną społeczność reguły zachowania. Przepis art. 100 § 2 pkt 6 k.p. nakłada na pracowników obowiązek stosowania się do zasad współżycia społecznego, które obowiązują współcześnie w polskim społeczeństwie, jak również do norm zachowania akceptowanych przez społeczność zakładową, bez względu na to, czy odnoszą się bezpośrednio, czy pośrednio do organizacji pracy[2]. Są to szeroko rozumiane przyjęte zasady zachowania w określonym miejscu i sytuacji. W kontekście realizacji obowiązku wynikającego z art. 94 pkt 10 k.p. (oraz odpowiadającego mu obowiązku pracownika wynikającego z art. 100 § 2 pkt 6 k.p.) będą to więc zasady zachowania pracowników akceptowane lub pożądane w zakładzie pracy, stanowiące wyraz wzajemnego szacunku pracowników wobec siebie i poszanowania godności, a także respektowania ich prawa do prywatności czy nietykalności cielesnej. W kontekście prawa pracy, są to zasady określające pożądane postawy i zachowania pracowników, to, jak pracownicy powinni się zachowywać w zakładzie pracy wobec siebie i wobec pracodawcy[3].

Pracownik ma obowiązek przestrzegać w zakładzie pracy zasad współżycia społecznego. Zasad tych powinien przestrzegać również w stosunku do innych pracowników. Obowiązek ten zawiera w sobie powinność stosowania norm o charakterze pozaprawnym, zwłaszcza moralnych, obyczajowych, etycznych i zwyczajów. Chodzi zarówno o zasady ogólne, jak też o zasady specyficzne, występujące w danym zakładzie pracy. Nie ma przeszkód, aby pracodawca te obiektywnie ukształtowane zasady etyczne rejestrował i w ten sposób tworzył ich katalog (zasady etyki)[4]. Pracodawca może poinformować pracownika o jego obowiązkach w zakresie przestrzegania w zakładzie pracy zasad współżycia społecznego (art. 100 § 2 pkt 6 k.p.) przez zapoznanie go na piśmie z obowiązującymi zasadami etyki[5]. Zgodnie z zasadami współżycia społecznego, pracownik powinien działać w interesie pracodawcy i zakładu pracy. Należy podkreślić, że zasada ta obejmuje

[2] A. Świątkowski, *Komentarz do art. 100*, (w:) A. Świątkowski (red.) *Kodeks pracy. Komentarz*, Warszawa 2018,. Legalis. (dostęp: 29.12.2025).
[3] A. Berger, A. Bonikowska, M. Dziedzic, K. Gospodarowicz, J. Majchrzak, *HR Compliance. Działania niepożądane w miejscu pracy, ochrona sygnalistów, BHP, RODO, związki zawodowe + wzory do pobrania*, Warszawa 2023, s. 57.
[4] D. Dörre-Kolasa, *Komentarz do art. 100 § 1 pkt 6 k.p.*, (w:) A. Sobczyk (red.) *Kodeks pracy. Komentarz*, Warszawa 2025, Legalis, (dostęp: 29.12.2025).
[5] Wyrok Sądu Najwyższego z dnia 5 marca 2007 r. (I PK 228/06, OSNP 2008, Nr 7-8, poz. 100, teza 1)

sposób komunikacji, prawdomówność pracownika czy jego uczciwość wobec pracodawcy w kontekście wykonywanych obowiązków. W wyrok Sądu Najwyższego z dnia 18 sierpnia 2021 r.[6] wskazuje się, że zasady współżycia społecznego, których pracownik powinien przestrzegać, nie zostały nigdzie sprecyzowane. Pracodawca może poinformować pracownika o jego obowiązkach w zakresie przestrzegania w zakładzie pracy zasad współżycia społecznego przez zapoznanie go na piśmie z obowiązującymi zasadami etyki. Odmowa podpisania przez pracownika takiego pisma nie stanowi jednak naruszenia obowiązku pracowniczego. Naruszenie przez pracownika zasad współżycia społecznego może polegać na wulgarnym odnoszeniu się do współpracowników lub osób trzecich, używaniu wobec nich siły fizycznej, nawet w celu wymuszenia prawidłowego wykonywania pracy. Fundamentem współpracy między pracownikiem a pracodawcą jest efektywna komunikacja. Skuteczna komunikacja pozwala na rozwiązywanie problemów, podejmowanie decyzji i budowanie atmosfery wzajemnego zaufania i szacunku. Brak otwartej, jasnej i empatycznej komunikacji prowadzi do nieporozumień, konfliktów, spadku motywacji i ostatecznie – do niższej efektywności całego zespołu. Zarzut naruszenia zasad współżycia społecznego może być postawiony pracownikowi, którego postępowanie wobec innych pracowników stwarza napięcia, konflikty i zagrożenia spokoju. W takiej sprawie istotne jest przede wszystkim to, czy przypisywane pracownikowi postępowanie miało miejsce i jakie wywołało skutki. Nie mają natomiast większego znaczenia jego intencje[7]. Zachowanie pracownika na stanowisku kierowniczym polegające na ubliżaniu współpracownikom może być zakwalifikowane jako ciężkie naruszenie podstawowych obowiązków pracowniczych (art. 52 § 1 pkt 1 k.p.). Sąd Najwyższy[8] wyraził pogląd, że zachowanie pracownika polegające na ubliżaniu współpracownikom, używaniu wobec nich wyzwisk, nie mieści się w kategorii ani przestrzegania zasad współżycia społecznego, ani w kategorii sumiennego i starannego wykonywania pracy, a zatem prowadzi do konkluzji, że narusza ono obowiązki pracownicze. Jeżeli zatem pracodawca, zgodnie z art. 94 pkt 10 k.p., ma obowiązek wpływać na kształtowanie w zakładzie pracy zasad współżycia społecznego, a obowiązek poszanowania przez niego godności i innych dóbr osobistych pracownika podniesiony jest do rangi podstawowych zasad prawa pracy (art. 11^1 k.p.), to zobowiązany jest także do podjęcia takich działań, które niepożądanym zjawiskom w procesie pracy położą kres, włącznie z niezwłocznym rozwiązaniem umowy o pracę z tym pracownikiem, który prawidłowy proces pracy zakłóca. Obowiązek przestrzegania w miejscu pracy zasad współżycia społecznego to nakaz przejawiania właściwego stosunku do współpracowników, który powinien się wyrażać w poszanowaniu godności osobistej każdego z nich,

[6] Wyrok Sądu Najwyższego z dnia 18 sierpnia 2021 r., II PSK 88/21
[7] Wyrok Sądu Najwyższego z dnia 21 lutego 1997 r., I PKN 15/97, OSNP 1997, Nr 20, poz. 400
[8] Wyrok Sądu Najwyższego z dnia 29 czerwca 2005 r., I PK 290/04, OSNP 2006, Nr 9-10, poz. 149)

szacunku i posłuszeństwie wobec przełożonych, pomocy dla podwładnych (młodocianych i uczniów)[9]. Wprowadzanie dobrej atmosfery pracy może bowiem przyczynić się do bardziej efektywnego wykonywania obowiązków, a tym samym przynosić korzyści w postaci np. dobrze wykonanego projektu czy planu budżetowego. Za jej podtrzymywanie odpowiedzialni są w głównej mierze pracownicy. Nie zawsze istnieje możliwość zatrudnienia ludzi o tych samych lub podobnych cechach osobowościowych, poglądach politycznych czy gospodarczych w zakładzie pracy. Wydaje się nawet, że jest to niemożliwe. Jednakże niewywoływanie konfliktów wyraźnie niesprzyjających wykonywaniu obowiązków, niewszczynanie kłótni, niewprowadzanie złej atmosfery dopełnia kodeksowy obowiązek dbałości o dobro zakładu pracy. Postawa zapobiegająca wyżej wymienionym zachowaniom i podjęta właściwa reakcja pracownika, łagodząca rozpoczęty wcześniej konflikt, stanowi pozytywne zachowanie, które można zaliczyć do dbałości o dobro pracodawcy[10]. Zgodnie z wyrokiem Sądu Okręgowego[11] wygłaszanie ocen niepochlebnych i dyskwalifikujących innych pracowników pod względem etycznym i zawodowym, kwestionowanie ich kwalifikacji, podważanie autorytetu i urażanie ich godności osobistej, zwłaszcza, jeżeli ma charakter ciągły, jest postawą naganną. Pracownik ma nie tylko obowiązek przestrzegania zasad współżycia społecznego w jednostce organizacyjnej będącej miejscem pracy, ale także stosowania się do reguł zachowania akceptowanych przez społeczność zakładową, co służy zapewnieniu kształtowania dobrej atmosfery w miejscu pracy, wpływającej na prawidłową i niezakłóconą współpracę między pracownikami[12]. W interesie pracowników powinna być przeprowadzana kontrola negatywnych zachowań oraz ich ewentualne zażegnywanie, jako że nierozwiązany konflikt mógłby wpłynąć negatywnie na końcowy wynik pracy, a tym samym, moim zdaniem, byłoby to już naruszenie obowiązku dbałości o dobro zakładu pracy[13]. Między pracownikami istnieją uniwersalne reguły zachowania się. Wyrażać się one powinny w okazywaniu sobie wzajemnie szacunku, codziennej grzeczności, nieagresywnym komunikowaniu się[14]. Zasady współżycia społecznego obejmują normy etyczne, moralne i obyczajowe. Dotyczą słów, których używamy, ubioru, wzajemnej pomocy, witania się, zwracania uwagi na temat nieprawidłowości w procesie pracy, jak również prawdomówności i uczciwości pracownika, m.in. w toku prowadzonych w zakładzie pracy postępowań (np. postępowania powypadkowego, postępowania antymobbingowego czy przestrzegania zakazu spożywania alkoholu i środków odurzających). Niejednokrotnie naruszenie przez pracownika zasad współżycia

[9] M. Gersdorf, K. Rączka, *Prawo pracy. Podręcznik w pytaniach i odpowiedziach*, Warszawa 2007, s. 273.
[10] K. Ziółkowska, *Obowiązek przestrzegania zasad współżycia społecznego w relacji do pracowniczego obowiązku dbałości o dobro zakładu pracy*, Studia Prawnoustrojowe nr 28, 2015, s. 237.
[11] Wyrok Okręgowego Sądu Pracy i Ubezpieczeń Społecznych z dnia 12 września 1978 r., IP 86/78, Praca i Zabezpieczenie Społeczne 1980, nr 4, s. 73.
[12] Wyrok Sądu Najwyższego z dnia 15 lipca 1998 r., II UKN 123/98, OSNP 1999, Nr 13, poz. 435.
[13] Ibidem, s. 238.
[14] Wyrok Sądu Okręgowego w Gliwicach z 23 stycznia 2014 r., VIII Pa 144/13, Legalis, (dostęp: 29.12.2025).

społecznego będzie stanowiło jednocześnie naruszenie innego obowiązku pracownika, np. dbania o dobro zakładu pracy i ochrony jego mienia czy zachowania w tajemnicy informacji, których ujawnienie mogłoby narazić pracodawcę na szkodę (art. 100 § 2 pkt 4 k.p.)[15]. Sąd Najwyższy[16] wielokrotnie podkreślał, że pracownicy powinni odpowiednio się do siebie odnosić, czyli zwracać się do siebie z szacunkiem, szanować godność innych osób i unikać posługiwania się zwrotami obelżywymi czy poniżania współpracowników. W szczególności zasad tych powinni przestrzegać kierownicy, którzy swoim zachowaniem dają przykład swoim podwładnym. Zachowanie naruszające te normy nie może być akceptowane i może stanowić przyczynę rozwiązania umowy o pracę w trybie dyscyplinarnym. Naruszeniem zasad współżycia społecznego może być również złośliwe wytykanie błędów. Pracodawca ma prawo zwrócić pracownikowi uwagę, jeśli ten wykonuje pracę nieprawidłowo. Samo wskazywanie błędów, korygowanie pracy, zwracanie uwagi, dawanie wskazówek i wytycznych nie jest naruszaniem zasad współżycia społecznego, ale realizacją kierownictwa pracodawcy. W tym zakresie ważny jest sposób, w jaki uwaga jest zwracana. Uwaga powinna być zwracana rzeczowo, w rozmowie przełożony powinien odnosić się tylko do danego zadania, a nie do osoby pracownika, rozmowa powinna odbywać się w spokojnej atmosferze, należy unikać tonu sarkastycznego, pobłażliwego[17]. Pracownicy powinni się do siebie odnosić z szacunkiem i szanować godność innych. Przestrzegać norm etycznych w miejscu pracy, a w przypadku konfliktu, rozwiązać go w sposób polubowny.

Sposoby rozwiazywania konfliktów w miejscu pracy

Konflikty są naturalnym elementem pracy zespołowej. Kluczem nie jest unikanie konfliktów za wszelką cenę, ale umiejętne ich rozwiązywanie w sposób konstruktywny. Celem konstruktywnego rozwiązania konfliktu jest znalezienie rozwiązania. Wymaga to poszukiwania wspólnych interesów i kreatywnego generowania możliwych rozwiązań. Ważne jest ustalenie jasnych zasad komunikacji podczas rozmowy. Pracodawca może skorzystać z pomocy neutralnego mediatora np. lidera. Rozwiązany konstruktywnie konflikt może prowadzić do lepszego zrozumienia relacji między pracownikami w miejscu pracy. W każdej organizacji, nawet dobrze zarządzanej i odnoszącej sukcesy na rynku, stosującej formy partycypacji pracowniczej i tworzącej klimat wspierający komunikację, występują różnice zdań, opinii, poglądów na temat różnych problemów i sposobów ich

[15] A. Berger, A. Bonikowska, M. Dziedzic, K. Gospodarowicz, J. Majchrzak, *HR Compliance. Działania niepożądane w miejscu pracy, ochrona sygnalistów, BHP, RODO, związki zawodowe + wzory do pobrania,* Warszawa 2023, s. 57 i nast.
[16] Wyrok Sądu Rejonowego w Warszawie z 7 grudnia 2020 r., VI P 189/19, Legalis, (dostęp: 29.12.2025). „*Obrażanie innych pracowników, kierowanie w stosunku do nich wyzwisk może stanowić podstawę do rozważenia ukarania pracownika czy wypowiedzenia mu umowy. Już sam brak życzliwości czy uprzejmości wobec pozostałych współpracowników czy też wprowadzanie nerwowej atmosfery może zostać uznane za podstawę wypowiedzenia”.*
[17] A. Berger, A. Bonikowska, M. Dziedzic, K. Gospodarowicz, J. Majchrzak, *HR Compliance. Działania niepożądane w miejscu pracy*…, op. cit., s. 62.

rozwiązania. Konflikty w środowisku pracy występują w różnych formach, mają zróżnicowany zasięg i natężenie oraz wywierają wpływ na przebieg i efekty pracy indywidualnych osób, grup (zespołów) pracowniczych, a także organizacji jako całości[18]. Źródłem konfliktu może być niewłaściwa komunikacja w miejscu pracy.

Należy zadać pytanie: jak rozwiązywać konflikty w zespole w sposób konstruktywny? Do złamania zasad współżycia społecznego może dojść przez naruszenie dóbr zakładu pracy, poprzez ujawnienie – umyślne lub nieumyślne – wrażliwych danych. Zazwyczaj zakłady pracy zabezpieczają się przed taką sytuacją przez podpisanie klauzuli poufności, która ustanawia kary pieniężne w przypadku niedotrzymania zobowiązań. Nawet jeśli taka klauzula nie została podpisana, ujawnienie wrażliwych danych może zostać uznane za naruszenie zasad współżycia społecznego i naruszenie obowiązków pracowniczych. Naruszeniem jest również kłamstwo pracownika, które stanowi złamanie pracowniczego obowiązku dbałości o dobro pracodawcy. Z art. 100 § 2 pkt 6 kodeksu pracy wynika, że naruszeniem zasad współżycia społecznego są również zachowania wywołujące lub potęgujące konflikty w środowisku pracy.

Wśród tradycyjnych sposobów rozwiazywania konfliktów wymienia się: unikanie, odwlekanie, łagodzenie, wymuszanie, angażowanie trzeciej osoby[19].

Mediacja jest pozasądową i polubowną metodą rozwiązywania konfliktów i sporów, opartą na wzajemnym zaufaniu, szacunku i poszanowaniu godności zaangażowanych stron. Metody tradycyjne mogą być wykorzystywane do rozwiązywania mało istotnych konfliktów. Nie zajmują się one przyczyną ich powstawania, a także w różnym stopniu prowadzi do dezintegracji załogi. Z kolei poważne problemy, istotne w kontekście funkcjonowania organizacji, trzeba rozwiązywać na bieżąco i wybierać metody, które sprzyjają pozytywnemu postrzeganiu konfliktu i prowadzą do współpracy[20]. Mediacja w ogólnym ujęciu kojarzona jest z pośredniczeniem w sporze w celu nakłonienia skonfliktowanych stron do porozumienia. Jest pokojowym postępowaniem, w trakcie którego osoba trzecia podejmuje próbę doprowadzenia do zbliżenia stanowisk, złagodzenia istniejących między nimi napięć i stworzenia warunków dla znalezienia akceptowanego przez wszystkich rozwiązania (osiągnięcia porozumienia)[21]. Jedną z podstawowych cech mediacji jest to, że bezstronna, czyli neutralna osoba ma pomóc stronom w znalezieniu rozwiązania konfliktu. Proces ten nie jest sformalizowany, co oznacza, że mediator ma prawo wybrać metodę, która jego zdaniem przyniesie najlepsze efekty. Odpowiedzialność za sam proces dochodzenia do porozumienia spoczywa na

[18] I. Drabik, *Konflikty organizacyjne i sposoby ich rozwiazywania w zarządzaniu zasobami ludzkimi*, Szkoła-Zawód-Praca 2024, nr 28, s.68-69.
[19] E. Mandal, *Style rozwiazywania konfliktów zawodowych przez menadżerów a płeć*, Kobieta i Biznes 2003, s.1-4.
[20] M. Ostrowska, *Konflikty w pracy – ich przyczyny i sposoby rozwiazywania*, Bezpieczeństwo pracy 2017, nr 9, s.14.
[21] Z. Kmieciak, *Mediacja i koncyliacja w prawie administracyjnym*, Zakamycze, Kraków 2004, s. 27–28.

mediatorze, podczas gdy za rezultaty mogą być odpowiedzialne wyłącznie strony[22]. Decyzja o podjęciu mediacji zależy tylko i wyłącznie od zainteresowanych osób. Każda ze stron, jak również mediator, ma możliwość przerwania mediacji, jeżeli nie widzi szans na wypracowanie porozumienia lub gdy nie będzie miała chęci na dalszy udział w mediacji[23]. Nie można także zapominać, że od początku obowiązywania kodeksu pracy istnieją w nim przepisy o wewnątrzzakładowych komisjach rozjemczych. Możliwość skierowania sprawy do komisji pojednawczej może przynieść skutek w postaci wypracowania przez strony (pracodawcę i pracownika) wspólnego, polubownego stanowiska[24]. Według J. Łucewicz[25] strategia rozwiązywania konfliktu zakłada cztery podstawowe etapy:

Etap I - przed konfliktem. Tworzy się problem. Stawiane są pytania, które wywołały sytuację konfliktową.

Etap II - prowokowanie konfliktu. W tym czasie pogłębia się napięcie w stosunku do oponenta. Rodzi się pytanie: Dlaczego mamy się zgodzić na coś, skoro to nie jest słuszne?

Etap III - normowanie konfliktu. Konflikt ukazuje się, dochodzi do kłótni pomiędzy stronami.

Etap IV - koniec konfliktu. W tym momencie pojawiają się dynamiczne zmiany w organizacji i funkcjonowaniu przedsiębiorstwa.

Etap V - stabilizacja. Następuje równowaga pomiędzy stronami, które są związane konfliktem.

Celem spotkań indywidualnych z każdą ze stron, które są skonfliktowane jest przede wszystkim[26]:

- zbudowanie atmosfery zaufania i bezpieczeństwa, a także wiarygodności osobistej (zbudowanie zaufania poprzez, umiejętność kontroli emocji, swobodne porozumiewanie się, precyzję komunikowania się); wiarygodności instytucjonalnej (posiadanie wykształcenia z zakresu mediacji), wiarygodności proceduralnej (pokazanie uczestnikom sporu, że są szanse rozwiązania konfliktu, jeśli posłużą się zaproponowaną przez mediatora procedurą). Ważne jasne i precyzyjne przedstawienie informacji dotyczących roli mediatora oraz mediacji, tak aby uczestnicy sporu wiedzieli, czego mogą się spodziewa i żeby mieli jasno dotycz c swoich ról. W monologu mediator przedstawienia: zasady mediacji, swoja, korzyści z mediacji, proceduralne i prawne uwarunkowania mediacji;

- odebranie zgody na mediację i mediatora;

[22] M. Suchanek, *Mediacja jako metoda rozwiazywania konfliktów społecznych*, Studia Administracyjne 2018, nr 10, s. 131.
[23] L. Mazowiecka, (red.), *Mediacja dla każdego*, Warszawa 2010, s. 9.
[24] B. Mądrzycki, *Mediacja w prawie pracy – fikcja czy fakt?*, Praca i Zabezpieczenie Społeczne 2021, nr 10, s.37.
[25] J. Łucewicz, *Organizacyjne zachowanie człowieka*, Wrocław 1999, s. s. 198-199.
[26] Ch. Moore, *Mediacje praktyczne strategie rozwiazywania konfliktów*, Warszawa 2009, s. 215-216, M. Deutsch, PT. Coleman, *Rozwiązywanie konfliktów*, Kraków 2005, s. 516.

- wysłuchanie i zrozumienie punktu widzenia strony na konflikt z dzisiejszej perspektywy, przedstawienie przez stron jej potrzeb i oczekiwań, co do mediacji jak i sposobu zakończenie konfliktu, sprawdzenie ważności ukrytych potrzeb, ustalenie priorytetów dla rozpatrywanych kwestii;

- przekierowanie na przyszłość – poszukiwanie najlepszego sposobu rozwiązania konfliktu satysfakcjonującego strony, sprawdzenie BATNA (Best Alternative To a Negotiated Agreement) i WATNA (Worst Alternative To a Negotiated Agreement strony). BATNA – oznacza najlepszą alternatywę, z której może skorzystać strona w przypadku niepowodzenia negocjacji, WATNA natomiast jest alternatywą najmniej korzystną, tzn. najgorszym wynikiem jaki strona mogłaby uzyskać np. odwołując negocjacje;

- zadawanie pytań „adwokata diabła" mających na celu przygotowanie strony do negocjacji problemowych na posiedzeniu wspólnym i ułatwi znalezienie akceptowalnego rozwiązania w trakcie posiedzeń wspólnych.

Mediacja nie jest procesem matematycznym, niemniej ma swoje zasady i procedurę. Postępowanie według nich daje szansę na rozwiązanie sporu przez strony.

W mediacjach pracowniczych bywa stosowana mediacja ewaluatywna (ocenna)[27], w której mediator nie tylko kontroluje przebieg mediacji, ale pomaga stronom w ocenie słabych i mocnych aspektów ich sprawy, ich sytuacji prawnej, może proponować formę rozwiązania sporu. Ten typ mediacji może by prowadzony jest przez mediatorów uprawnionych zatrudnionych przez organizację, mediator wtedy jest mentorem – ekspertem zewnętrznym[28].

Podsumowanie

Konflikty w miejscu pracy zarówno między pracownikiem a pracodawcą, jak i między samymi pracownikami zdarzają się często, ponieważ jest to w ludzkiej naturze. Zadaniem kierownictwa jest jednak maksymalne łagodzenie zaistniałych konfliktów. Podkreślam jeszcze raz: łagodzenie, a nie zapobieganie, ponieważ w tym ostatnim wypadku często próbuje się udawać, że konflikt nie istnieje, tymczasem może on eskalować. Najistotniejszym zadaniem kierownictwa jest stwierdzenie, czy skonfliktowani pracownicy nie naruszają zasad współżycia społecznego. Mimo, że – jak wspomniano wcześniej – zasady współżycia społecznego nie są prawnie zdefiniowane, to pracownicy mają obowiązek ich przestrzegać. Często zarzewiem konfliktu jest brak poszanowania zasad współżycia społecznego, np. słuchanie muzyki w przestrzeni wspólnej, czy też open-space, opowiadanie

[27] E. Gmurzyńska, R. Morek, *Mediacje. Teoria i praktyka*, Warszawa 2009, s. 111-112
[28] Ch. Moore, *Mediacje praktyczne strategie…,* s. 58-59

nieprzyzwoitych dowcipów o charakterze rasistowskim, mizoginicznym itp., aż po bardzo poważne naruszenia tj., agresja słowna lub fizyczna.

Rozwiązywanie konfliktów na linii pracownik – pracownik powinno leżeć w kompetencjach kierownictwa, idealnie gdyby był to bezpośredni przełożony. W przypadku gdy konflikt jest poważniejszy, albo osoba kierująca nie posiada właściwych kompetencji, sprawę należy skierować wyżej: do działu HR, kadr, a w ostateczności do Zarządu.

W przypadku sporów pracownika z pracodawcą, niezależnie od jego charakteru, dobrze jest móc skorzystać z możliwości zewnętrznej mediacji.

Bibliografia

Berger A., Bonikowska A., Dziedzic M., Gospodarowicz K., Majchrzak J., *HR Compliance. Działania niepożądane w miejscu pracy, ochrona sygnalistów, BHP, RODO, związki zawodowe + wzory do pobrania*, Warszawa 2023.

Deutsch M., Coleman P. T., *Rozwiązywanie konfliktów*, Kraków 2005.

Dörre-Kolasa D., *Komentarz do art. 100 § 1 pkt 6 k.p.*, (w:) Sobczyk A. (red.) *Kodeks pracy. Komentarz*, Warszawa 2025, Legalis.

Drabik I., *Konflikty organizacyjne i sposoby ich rozwiazywania w zarządzaniu zasobami ludzkimi*, Szkoła-Zawód-Praca 2024, nr 28.

Gersdorf M., Rączka K., *Prawo pracy. Podręcznik w pytaniach i odpowiedziach*, Warszawa 2007.

Gmurzyńska E., Morek R., *Mediacje. Teoria i praktyka*, Warszawa 2009.

Kmieciak Z., *Mediacja i koncyliacja w prawie administracyjnym*, Zakamycze, Kraków 2004.

Łucewicz J., *Organizacyjne zachowanie człowieka*, Wrocław 1999.

Mandal E., *Style rozwiazywania konfliktów zawodowych przez menadżerów a płeć*, Kobieta i Biznes 2003.

Mazowiecka L., (red.), *Mediacja dla każdego*, Warszawa 2010.

Mądrzycki B., *Mediacja w prawie pracy – fikcja czy fakt?*, Praca i Zabezpieczenie Społeczne 2021, nr 10.

Moore Ch., *Mediacje praktyczne strategie rozwiazywania konfliktów*, Warszawa 2009.

Ostrowska M., *Konflikty w pracy – ich przyczyny i sposoby rozwiazywania*, Bezpieczeństwo pracy 2017, nr 9.

Suchanek M., *Mediacja jako metoda rozwiazywania konfliktów społecznych*, Studia Administracyjne 2018, nr 10.

Świątkowski A., *Komentarz do art. 100*, (w:) Świątkowski A. (red.) *Kodeks pracy. Komentarz*, Warszawa 2018, Legalis.

Ziółkowska K., *Obowiązek przestrzegania zasad współżycia społecznego w relacji do pracowniczego obowiązku dbałości o dobro zakładu pracy*, Studia Prawnoustrojowe nr 28, 2015.

Streszczenie

Skuteczna komunikacja jako realizacja zasady współżycia społecznego w miejscu pracy

Słowa kluczowe: komunikacja, zasady współżycia społecznego, pracownika, pracodawca, zakład pracy

Dobra oraz skuteczna komunikacja ma niebagatelne znaczenie wśród pracowników w miejscu pracy. Komunikacja obejmuje sposoby porozumiewania się między pracownikami oraz przełożonymi. Wyróżnia się komunikację werbalną, niewerbalną, interpersonalną czy formalną. Właściwe rozumienie poleceń przełożonych przekłada się również na sposób wykonywanych obowiązków oraz zadań względem pracodawcy. Pozwala na uniknięcie błędów oraz innych nieporozumień w pracy, które w ostateczności mogą skutkować wypowiedzeniem umowy o pracę.

Summary

Effective communication as an implementation of the principle of social coexistence in the workplace

Keywords: communication, rules of social coexistence, employee, employer, work.p.lace

Good and effective communication is crucial for employees in the work.p.lace. Communication encompasses communication between employees and their superiors. It can be verbal, nonverbal, interpersonal, or formal. Properly understanding superiors' instructions also impacts how employees perform their duties and responsibilities towards their employer. It helps avoid mistakes and other misunderstandings at work, which can ultimately result in termination of employment.

Autor

Krystyna Ziółkowska, Doktor nauk prawnych, pracownik naukowy w Katedrze Katedry Prawa Pracy i Prawa Socjalnego Wydziału Prawa i Administracji UWM w Olsztynie, wieloletni wykładowca na studiach podyplomowych Prawa pracy na Wydziale Prawa i Administracji Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Bierze udział w licznych konferencjach krajowych i międzynarodowych. Jest autorką wielu publikacji z dziedziny prawa pracy oraz ubezpieczeń społecznych, także aspektów związanych z prawem wyznaniowym w zatrudnieniu pracowniczym. Główne zainteresowania oscylują wokół uprawnień ochrony rodziny, prawa do prywatności, obowiązków pracowniczych i pracodawców oraz wypadków przy pracy. Członek Polskiej Sieci Naukowej Prawa Pracy i Zabezpieczenia Społecznego COOPERANTE.

Dr Tadeusz Masiowski,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
ORCID ID: 0000-0001-8092-0648

Dr Bartosz Stachowiak,
Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie
ORCID ID: 0000-0003-2657-9332

Dr Piotr Wojnicz,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (UWM)
ORCID ID: 0000-0003-3333-6726

DIALOG SPOŁECZNY JAKO NARZĘDZIE REDUKCJI ASYMETRII INFORMACJI: PERSPEKTYWA MAGAZYNOWANIA ENERGII I BEZPIECZEŃSTWA ENERGETYCZNEGO

Wprowadzenie

Współczesna transformacja energetyczna, charakteryzująca się rosnącą złożonością technologiczną oraz decentralizacją źródeł wytwórczych, obnaża niewydolność tradycyjnego, hierarchicznego modelu zarządzania publicznego[1]. W świetle teorii nowej ekonomii instytucjonalnej, administracja państwowa zderza się z problemem asymetrii informacji, co rodzi ryzyko tworzenia regulacji niespójnych i hamujących procesy inwestycyjne.

W tym kontekście dialog społeczny przestaje pełnić jedynie funkcję legitymizacyjną, stając się strategicznym instrumentem mitygacji ryzyka regulacyjnego oraz kanałem transferu specjalistycznej wiedzy rynkowej. W artykule zwrócono uwagę rolę konsultacji publicznych w budowaniu odporności sektora, wykorzystując jako materiał empiryczny ewolucję przepisów dotyczących magazynowania energii w Polsce w latach 2021–2025. Studium to dowodzi, że włączenie interesariuszy w proces legislacyjny pozwala na uniknięcie „luki implementacyjnej" oraz kosztownych błędów taryfowych i budowlanych. Celem pracy jest wykazanie, że bezpieczeństwo energetyczne zależy w równym stopniu od infrastruktury fizycznej, co od jakości instytucji i kultury prawnej opartej na rzetelnym partnerstwie publiczno-prywatnym.

[1] P. Wojnicz, B. Stachowiak, Regulacje normatywne jako impulsy do transformacji energetycznej i podnoszenia poziomu bezpieczeństwa energetycznego, (w:) Strategia Bezpieczeństwa Narodowego w ujęciu interdyscyplinarnym 0,5, red. M. Kamper-Kubańska, K. Kaszlińska, P. Sobierajski, Włocławek 2025, s. 33.

Procesy komunikacji pomiędzy administracja publiczną a interesariuszami

Efektywna i skuteczna komunikacja może być elementem wpływającym na poprawę funkcjonowania procesów tworzenia regulacji prawnych, gospodarczych, normalizacyjnych oraz wielu innych. Stąd należy zwrócić uwagę na elementy, jakie mają wpływ zarówno na administrację publiczną oraz na wszystkich interesariuszy. Istotnym elementem są procesy komunikacji, które też nie są jednowymiarowe.

Procesy komunikacji obejmują różne płaszczyzny, a te często są ze sobą powiązane w taki sposób, że potrafią na siebie i na inne płaszczyzny w sposób aktywny oddziaływać. Są to elementy, jakie można zidentyfikować jako komunikację publiczną. Problematyka komunikacji publicznej głównie dotyczy administracji publicznej, który można określić jako „system komunikacji publicznej, który ma charakter formalny”[2]. W jej zakres wchodzą kwestie komunikacji z otoczeniem, wewnętrznego przepływu informacji jej sposobów gromadzenia, przetwarzania i archiwizowania oraz sposobów udostępniania jej obywatelom i zainteresowanych podmiotom gospodarczym. Według Krystyny Serafin „jest to obszar debaty publicznej miedzy obywatelem a władzą, ale także obszar, w którym formuje się opinia publiczna. Komunikacja społeczna w tym przypadku odbywa się na poziomie interpersonalnym, komunikacji instytucjonalnej oraz masowej. Cechą komunikowania w administracji publicznej powinna być symetria, co oznacza, że w tym przypadku rola nadawcy i odbiorcy nie jest sztywno przypisana do jednej ze stron aktu komunikacyjnego. Nadawca staje się publicznością, odbiorca zaś nadawcą. W uproszczonym ujęciu procesów komunikowania w administracji publicznej akcent rozkłada się jednak nierównomiernie i symetria jest zakłócona: oznacza to, że komunikacja przebiega od władzy do obywateli przy niewielkim sprzężeniu zwrotnym. Najważniejszym i ostatecznym odbiorcą informacji wypływających z administracji publicznej oraz źródłem informacji doń dopływającej - o czym zapominają często urzędnicy - jest obywatel”[3].

Obecnie obowiązujące standardy funkcjonowaniu administracji publicznej stawiają na efektywność procesu komunikacji, a możliwe jest to gdy występuje dialog i otwartość działania z interesariuszami. Odstępstwem od tej zasady są określone w aktach prawnych związanych z zachowaniem tajemnicy państwowej i służbowej.

Organy administracji publicznej powinny podejmować działania zmierzające do upowszechniania informacji o prowadzonych inicjatywach - nie wyłącznie w celach promocyjnych, lecz przede wszystkim w celu podniesienia jakości projektowanych bądź nowelizowanych aktów prawnych. Transparentne informowanie o założeniach oraz skutkach regulacji sprzyja tworzeniu

[2] B. Dobek-Ostrowska: Komunikowanie polityczne i publiczne. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012, s. 70.
[3] K. Serafin, *Skuteczna komunikacja w podmiotach administracji publicznej*, „Studia Ekonomiczne” 141(2013), s. 137.

prawa adekwatnego do istniejących realiów społeczno-gospodarczych albo umożliwia wprowadzanie zmian odpowiadających oczekiwaniom społecznym (np. w zakresie ograniczeń prędkości w ruchu miejskim czy ograniczeń w sprzedaży alkoholu i wyrobów tytoniowych).

Brak skutecznych mechanizmów komunikacji z interesariuszami, obejmujących w szczególności bieżące informowanie o planach, projektach oraz potencjalnych skutkach regulacyjnych dla społeczeństwa, gospodarki i środowiska naturalnego, rodzi istotne ryzyka. Wśród nich należy wskazać w szczególności powstawanie nieufności wobec administracji publicznej, podejrzeń o stronniczość lub interesowność, a także wystąpienie zachowań nieetycznych, w tym zjawisk o charakterze korupcyjnym.

Z tego względu zdaniem Tomasza Goban-Klas kluczowe znaczenie ma zachowanie oraz konsekwentne przestrzeganie kryteriów dobrej informacji, do których zalicza się w szczególności: użyteczność, rozumianą jako treściowe odpowiadanie określonej potrzebie związanej z podjęciem konkretnej decyzji; dostępność, oznaczającą osiągalność informacji dla podmiotów zainteresowanych, przy jednoczesnym jej rozpowszechnieniu w kręgu właściwych użytkowników i możliwie niskich kosztach uzyskania; operatywność, wyrażającą się w aktualności informacji oraz jej udostępnieniu w odpowiednim czasie; trafność, polegającą na adekwatnym odniesieniu do danej kwestii bez pomijania elementów istotnych; zrozumiałość, wymagającą przekazywania informacji w sposób jasny i językowo przystępny; prawdziwość, polegającą na zgodności treści z rzeczywistym stanem faktycznym; wiarygodność, odnoszącą się do konieczności czerpania informacji ze źródeł budzących zaufanie; rzetelność, rozumianą jako staranne i dokładne przedstawienie przedmiotu informacji; systemowość, pozwalającą na włączenie informacji w szerszą strukturę poznawczą i zachowanie spójności z ogólniejszą koncepcją teoretyczną; oraz weryfikowalność, oznaczającą możliwość sprawdzenia, uzupełnienia, pogłębienia bądź rozszerzenia przekazywanej informacji[4].

W demokratycznym państwie prawa kwestia zapewnienia zainteresowanym podmiotom możliwości udziału w procesach decyzyjnych należy do obowiązków administracji publicznej. Kwestia dobrze przeprowadzonych tego typu działań ma wpływ na ich skuteczność i jakość stanowionego prawa. Jeśli proces ten nie jest prowadzony dobrze to z kolei przyczynia się do tworzenia swego rodzaju fasady oraz pozorowania procesów komunikacji.

Dobrą praktyką w procesach komunikacji jakie zachodzą pomiędzy administracją publiczna, a interesariuszami są konsultacje publiczne. Według Grzegorza Makowskiego „jest to sposób włączania obywateli w proces podejmowania decyzji. Jest to procedura, której celem jest wymiana opinii między decydentami a interesariuszami, mająca pomóc w przyjęciu racjonalnego, możliwie najlepszego rozstrzygnięcia. Jest skoordynowana i opiera się na ustalonych regułach. Konsultacje

[4] T. Goban-Klas, *System informacji w państwie a system komunikacji społecznej*, „Przekazy i Opinie”, 2(1999), s. 14.

powinny być nie tylko formą partycypacji, ale także informowania społeczeństwa i grup zainteresowanych danym rozstrzygnięciem o jego sensie i możliwych konsekwencjach”[5]. Ponadto cytowany autor dodaje, że „powinny być one prowadzone w dobrej wierze, udokumentowane, przejrzyste i nade wszystko responsywne, tj. partnerzy społeczni powinni otrzymać od decydentów informację zwrotną o tym, jak ich udział w podejmowaniu decyzji wpłynął na jej ostateczny kształt. Jednocześnie konsultacje publiczne nie pozbawiają decydentów prawa do podejmowania ostatecznych rozstrzygnięć i nie zwalniają z odpowiedzialności za nie”[6].

Prawidłowa realizacja procesu konsultacji społecznych wymaga konsekwentnego przestrzegania określonych zasad normatywno-organizacyjnych. Grzegorz Markowski w pierwszej kolejności wskazuje zasadę dobrej wiary, zgodnie z którą konsultacje powinny być prowadzone w taki sposób, aby uczestnicy byli skłonni do wzajemnego wysłuchania oraz podejmowali wysiłek zrozumienia odmiennych stanowisk. Zasada powszechności odnosi się do zapewnienia realnej, a nie jedynie formalnej, możliwości uzyskania informacji o konsultacjach i przedstawienia własnego poglądu przez wszystkie podmioty zainteresowane daną regulacją. Z kolei zasada przejrzystości zakłada, że informacje dotyczące celu, reguł, przebiegu oraz wyników konsultacji powinny być publicznie dostępne, a struktura prezentowanych stanowisk — możliwa do jednoznacznej identyfikacji. Znaczące miejsce zajmuje również zasada koordynacji, wymagająca wyznaczenia w strukturach administracji publicznej podmiotu odpowiedzialnego za przygotowanie i prowadzenie konsultacji, posiadającego odpowiednie umocowanie polityczne i organizacyjne. Zasada responsywności nakłada natomiast obowiązek udzielania – w rozsądnym terminie – merytorycznych odpowiedzi wszystkim interesariuszom zgłaszającym opinie w toku konsultacji, przy dopuszczeniu stosowania odpowiedzi zbiorczych tam, gdzie jest to uzasadnione. Zasadę przewidywalności należy wiązać z koniecznością prowadzenia konsultacji od najwcześniejszych etapów procesu legislacyjnego, w sposób planowy oraz według jasno określonych, transparentnych reguł. Wreszcie, zasada poszanowania interesu ogólnego implikuje, że decyzje podejmowane po zakończeniu konsultacji powinny uwzględniać perspektywę interesu publicznego oraz dobra wspólnego, stanowiąc efekt zrównoważenia zidentyfikowanych potrzeb, ryzyk i oczekiwań społecznych[7].

W Polsce procesy (zwane również mechanizmami) konsultacyjne są określone odpowiednimi zapisami Konstytucji RP. „Artykuł 4 ustawy zasadniczej stanowi, że naród (obywatele) sprawuje władzę przez swoich reprezentantów (zasada demokracji przedstawicielskiej) lub bezpośrednio (zasada demokracji bezpośredniej). Warto również wskazać zasady: demokratycznego państwa

[5] G. Makowski, *Konsultacje publiczne – uregulowania prawne a praktyka*, „Infos – zagadnienia społeczno ekonomiczne”, 20(2014), s. 1.
[6] Tamże, s. 1.
[7] Tamże, s. 4.

prawnego, zaufania obywateli do państwa (art. 2), społeczeństwa obywatelskiego (art. 12), dialogu społecznego (preambuła i art. 20) oraz subsydiarności (preambuła)6. Wymienione regulacje konstytucyjne wskazują z jednej strony na potrzebę otwartości władzy na dialog, a z drugiej strony uprawomocniają oczekiwania i dążenia obywateli do bezpośredniego włączania się w procesy podejmowania decyzji publicznych – także przez konsultacje”[8].

Poza unormowaniami o charakterze konstytucyjnym, do najistotniejszych podstaw prawnych dotyczących konsultacji społecznych należy zaliczyć w szczególności te regulacje, które pozostają w związku z decyzjami podejmowanymi w ramach rządowego procesu decyzyjnego, w tym zwłaszcza rządowego procesu legislacyjnego, a także zasady prowadzenia konsultacji z przedsiębiorcami, pracownikami, jednostkami samorządu terytorialnego oraz organizacjami branżowymi i innymi podmiotami społecznymi. Zagadnienia związane z prowadzeniem konsultacji zostały ponadto ujęte w regulaminach Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej oraz Senatu Rzeczypospolitej Polskiej.

Legislacyjna identyfikacja pojęcia transformacji energetycznej z punktu widzenia magazynowania energii

Kwestia magazynowania energii w procesie transformacji energetycznej wymaga jej przedstawienia w kilku krokach identyfikacyjnych. Pierwszy skupiony został na przedstawieniu istoty i znaczenie pojęcia transformacja energetyczna. Jest on przez różnych autorów i uczestników tego procesu definiowany niejednoznacznie.

Transformacja energetyczna stanowi proces głębokiej, długookresowej i wielowymiarowej zmiany strukturalnej w obszarze wytwarzania, przesyłu, magazynowania oraz zużycia energii. Jej istota nie sprowadza się wyłącznie do modyfikacji miksu paliwowo-energetycznego, polegającej na stopniowym odchodzeniu od paliw kopalnych na rzecz odnawialnych źródeł energii (OZE), lecz obejmuje zasadniczą przebudowę paradygmatu funkcjonowania gospodarki oraz infrastruktury energetycznej[9].

W literaturze przedmiotu wskazuje się, że współczesna transformacja energetyczna opiera się na trzech kluczowych filarach: dekarbonizacji, decentralizacji oraz digitalizacji. Dekarbonizacja ukierunkowana jest na redukcję, a docelowo eliminację emisji gazów cieplarnianych, w szczególności dwutlenku węgla, poprzez rozwój czystych technologii wytwórczych, poprawę efektywności energetycznej oraz zmianę struktury zużycia energii. Decentralizacja oznacza przejście

[8] Tamże, s. 2.
[9] B. Stachowiak, *Dylematy wdrażania regulacji normatywnych transformacji energetycznej i kształtowania bezpieczeństwo energetycznego* (w:) *Determinanty zagrożeń bezpieczeństwa jednostki w społeczeństwie*, red. P. Wojnicz, J.J.Mrozek, M. Radziłowicz, Ełk 2025, s. 222-223.

od scentralizowanego modelu wytwarzania energii, opartego na dużych jednostkach systemowych, do modelu o rosnącym udziale źródeł rozproszonych, lokalnych oraz prosumenckich, integrowanych w ramach sieci elektroenergetycznych. Z kolei digitalizacja obejmuje zastosowanie zaawansowanych technologii informacyjno-komunikacyjnych do inteligentnego zarządzania równowagą pomiędzy popytem a podażą energii, w tym w szczególności w ramach tzw. inteligentnych sieci (smart grids), które odgrywają istotną rolę w kształtowaniu nowego paradygmatu funkcjonowania systemu energetycznego.

Takie podejście znajduje odzwierciedlenie w dokumentach i aktach normatywnych. Poniżej zostanie przedstawione różne próby zdefiniowania pojęcia transformacja energetyczna na przykładzie globalnym, regionalnym (kontynentalnym), krajowym oraz naukowym. Poziom globalny oznacza zdefiniowanie transformacji energetycznej przez Międzynarodową Agencje Energetyczną (IEA). W tej definicji położony główny nacisk na technologiczną i operacyjna zmianę systemową. „Przejście do netto zero to przejście z systemu energetycznego opartego na paliwach na system oparty na materiałach. Wymaga ono ogromnego przyspieszenia wdrażania czystych technologii energetycznych, takich jak energia słoneczna i wiatrowa, oraz gruntownej zmiany sposobu zużycia energii w budynkach, transporcie i przemyśle)”[10].

Przykładem jest określenie transformacji energetycznej w dokumentach UE, a w szczególności w dokumencie nazywanym Europejski Zielony Ład. „Niniejszy komunikat zawiera zarys planu działań, który ma na celu: promowanie efektywnego wykorzystania zasobów dzięki przejściu na czystą gospodarkę o obiegu zamkniętym; powstrzymanie utraty różnorodności biologicznej oraz zmniejszenie poziomu zanieczyszczeń. (...) Cel ten (neutralność klimatyczna w 2050 r.) wymaga podjęcia działań we wszystkich sektorach naszej gospodarki, w tym: inwestowania w technologie przyjazne dla środowiska, wspierania innowacji przemysłowych, wprowadzania czystszych, tańszych i zdrowszych form transportu prywatnego i publicznego, dekarbonizacji sektora energii”[11].

W głównym dokumencie strategicznym polskiego rządu Polityka energetyczna Polski do 2040 r. znajduje się osadzenie transformacji energetycznej w lokalnych realiach gospodarczych. W dokumencie tym znajduje się nie tyle przedstawienie istoty tego pojęcia co jego charakterystyka. „Transformacja energetyczna w Polsce będzie miała charakter sprawiedliwy, co oznacza, że przy uwzględnieniu uwarunkowań krajowych, będzie ona przebiegać w sposób niedyskryminujący żadnego regionu ani żadnej grupy społecznej, przy jednoczesnym zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego oraz konkurencyjności gospodarki.”[12] Natomiast w ujęciu naukowym

[10] International Energy Agency (IEA), Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector, Paris 2021.13.
[11] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: Europejski Zielony Ład, COM(2019) 640.
[12] Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Polityka energetyczna Polski do 2040 r. (PEP2040), Warszawa 2021, s 7.

prezentowanym przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu transformacja energetyczna jest definiowana jako „Transformacje systemów energetycznych obejmują wprowadzanie nowych technologii, modyfikacje infrastruktury oraz zmiany w instytucjach, rynkach i politykach związanych z energią”[13].

Transformacja energetyczna nie stanowi procesu zamkniętego; ma charakter dynamiczny i polega na permanentnej adaptacji systemu energetycznego do zmieniających się priorytetów w zakresie bezpieczeństwa, ochrony środowiska oraz efektywności ekonomicznej. Analiza literatury przedmiotu wskazuje, iż współczesne rozumienie transformacji energetycznej wykracza poza perspektywę stricte inżynieryjną, przybierając wymiar szeroko rozumianego projektu cywilizacyjnego, obejmującego sferę gospodarczą, społeczną i instytucjonalną. W konsekwencji, na poziomie globalnym obserwuje się zasadniczą przebudowę sposobów wytwarzania, magazynowania, przesyłu, dystrybucji oraz użytkowania energii. Procesy te determinowane są zróżnicowanymi czynnikami, wśród których istotne znaczenie mają działania ukierunkowane na poszerzenie dostępu do energii, zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego oraz podniesienie niezawodności systemów, a przede wszystkim – na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych generowanych przez sektor energii.

Zgodnie ze przytoczonymi źródłami, transformacja ta jest globalną zmianą w sposobie wytwarzania, magazynowania, przesyłania, dystrybucji i wykorzystywania energii. Proces ten ma na celu przede wszystkim redukcję emisji gazów cieplarnianych (GHG). Kluczowymi elementami i celami transformacji energetycznej są następujące kwestie: dekarbonizacja i odnawialne źródła energii, nowa rola elastyczności systemu energetycznego oraz magazynowanie energii, wodór traktowany jako nośnik (magazyn) energii oraz jako paliwo alternatywne oraz innowacyjność i modernizacja infrastruktury energetycznej.

Problematyka dekarbonizacji oraz rozwoju odnawialnych źródeł energii w polityce Unii Europejskiej opiera się na założeniu, iż transformacja energetyczno-klimatyczna jest determinowana przede wszystkim realizacją zobowiązań w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych. Centralne znaczenie w tym kontekście przypisuje się pakietowi legislacyjnemu „Fit for 55”, stanowiącemu zbiór wniosków ustawodawczych zmierzających do nowelizacji i aktualizacji obowiązujących przepisów prawa unijnego w obszarach klimatu, energii oraz transportu. Celem pakietu jest dostosowanie ram prawnych Unii Europejskiej do zobowiązań wynikających z Europejskiego prawa o klimacie, w szczególności do osiągnięcia redukcji netto emisji gazów cieplarnianych na poziomie co najmniej 55% do 2030 r. w stosunku do poziomu z 1990 r. Pakiet „Fit for 55” należy postrzegać jako kompleksowy instrument służący przyspieszeniu procesu dekarbonizacji w nadchodzącej

[13] IPCC, Global Warming of 1.5°C. Special Report, Cambridge University Press, 2018, s.153.

dekadzie. Obejmuje on w szczególności: rozszerzenie mechanizmów handlu uprawnieniami do emisji na nowe sektory oraz zaostrzenie istniejącego systemu EU ETS; zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych; podniesienie efektywności energetycznej; intensyfikację wdrażania niskoemisyjnych środków transportu oraz infrastruktury i paliw wspierających te rozwiązania; dostosowanie instrumentów podatkowych do celów Europejskiego Zielonego Ładu; wprowadzenie środków ograniczających zjawisko ucieczki emisji, jak również rozwijanie narzędzi służących ochronie i wzmacnianiu naturalnych pochłaniaczy dwutlenku węgla[14].

Dodatkowo istotne są zapisy Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/1119 z dnia 30 czerwca 2021 r., co zostało przedstawione w treści artykułu 4 ust 1.„Aby osiągnąć cel neutralności klimatycznej określony w art. 2 ust. 1, wiążącym celem Unii w zakresie klimatu na 2030 r. jest ograniczenie emisji netto gazów cieplarnianych (emisje po odliczeniu pochłaniania) w Unii do roku 2030 o co najmniej 55 % w porównaniu z poziomami z 1990 r. W trakcie realizacji celu, o którym mowa w akapicie pierwszym, odpowiednie instytucje Unii i państwa członkowskie priorytetowo traktują szybkie i przewidywalne redukcje emisji, a jednocześnie zwiększają pochłanianie przez naturalne pochłaniacze. Aby zapewnić, że do 2030 r. zostaną podjęte wystarczające działania łagodzące, do celów niniejszego rozporządzenia i bez uszczerbku dla przeglądu przepisów Unii, o którym mowa w ust. 2, wkład pochłaniania netto w osiąganie unijnego celu klimatycznego na rok 2030 ogranicza się do 225 mln ton ekwiwalentu CO2. Aby wzmocnić pochłaniacze dwutlenku węgla w Unii zgodnie z celem, jakim jest osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 r., Unia dąży do zwiększenia swojego poziomu netto pochłaniania dwutlenku węgla w 2030 r.”[15].

Transformacja energetyczno-klimatyczna w ramach pakietu „Fit for 55” opiera się na czterech zasadniczych filarach. Pierwszym z nich jest reforma systemu handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS), obejmująca zarówno rozszerzenie systemu na nowe sektory, w tym budownictwo i transport drogowy (tzw. ETS 2), jak i przyspieszenie tempa wycofywania bezpłatnych uprawnień. Drugim filarem jest zwiększenie udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych (RED III), przy czym wprowadza się wiążący cel udziału OZE w końcowym zużyciu energii w UE na poziomie 42,5% z perspektywą osiągnięcia 45% do 2030 r. Trzecim filarem jest poprawa efektywności energetycznej (EED), realizowana poprzez ustanowienie bardziej rygorystycznych celów redukcji zużycia energii finalnej i pierwotnej na poziomie Unii Europejskiej. Czwartym elementem pakietu jest wprowadzenie

[14] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: „Gotowi na 55”: osiągnięcie unijnego celu klimatycznego na 2030 r. w drodze do neutralności klimatycznej, COM(2021) 550 final, Bruksela 2021, s.2.
[15] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/1119 z dnia 30 czerwca 2021 r. ustanawiające ramy na potrzeby osiągnięcia neutralności klimatycznej, art. 4 ust 1, s.10.

mechanizmu dostosowania cen emisji przy imporcie towarów (CBAM), mającego na celu nakładanie opłat węglowych na produkty importowane z państw prowadzących mniej ambitną politykę klimatyczną, co stanowi instrument przeciwdziałania zjawisku tzw. „ucieczki emisji".

System handlu uprawnienia do emisji (EU ETS) opiera się na zasadzie „zanieczyszczający płaci" (polluter pays principle). Reforma wprowadzona w ramach pakietu Fit for 55 nie tylko zaostrza istniejące rygory dla energetyki i przemysłu ciężkiego (tzw. ETS 1), ale także rozszerza system o nowe sektory i tworzy odrębny mechanizm dla budownictwa i transportu drogowego (ETS 2). „Osiągnięcie unijnego celu polegającego na redukcji emisji do 2030 r. będzie wymagało redukcji emisji w sektorach objętych systemem EU ETS o 62 % w porównaniu z 2005 r"[16]. Reforma poprzedniego systemu zmienia filozofię przydziału uprawnień, kładąc większy nacisk na promowanie najczystszych technologii. Główny akt prawny reformy precyzuje nowy, ambitny cel redukcyjny, który wymusza na przedsiębiorstwach szybszą modernizację. „EU ETS powinien stanowić zachętę do produkcji w instalacjach, które częściowo redukują lub całkowicie eliminują emisję gazów cieplarnianych. Z tego względu bezpłatny przydział uprawnień powinien zostać uzależniony od podjęcia przez operatorów środków mających na celu zwiększenie efektywności energetycznej i redukcję emisji"[17]. Po raz pierwszy w historii system ETS wykracza poza lądowe instalacje stacjonarne i lotnictwo wewnątrzunijne. „EU ETS powinien znacznie przyczynić się do redukcji emisji gazów cieplarnianych pochodzących z działalności morskiej i do zwiększenia efektywności w odniesieniu do takiej działalności. [...] Rozszerzenie EU ETS na transport morski ma zatem na celu zapewnienie, by sektor ten wnosił sprawiedliwy wkład w unijne cele klimatyczne"[18]. Kluczowa zmiana dla konsumentów indywidualnych, wprowadzająca cenę za emisję CO2 w sektorach dotychczas nieobjętych handlem objęła w rezultacie budynki oraz transport. „Przepisy niniejszego rozdziału stosuje się do emisji, pozwoleń na emisję gazów cieplarnianych, wydawania i umarzania uprawnień, monitorowania, raportowania i weryfikacji w odniesieniu do działań, o których mowa w załączniku III [spalanie paliw w sektorach budynków, transportu drogowego i dodatkowych]"[19].

W związku z prowadzonymi działaniami legislacyjnymi dotyczącego wielu obszarów można syntetycznie przedstawić pięć głównych celów reformy:

[16] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/959.z dnia 10 maja 2023 zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE ustanawiającą system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych w Unii oraz decyzję (UE) 2015/1814 w sprawie ustanowienia i funkcjonowania rezerwy stabilności rynkowej dla unijnego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych..
[17] Tamże, pkt 10, s.136.
[18] Tamże, pkt 22, s.138.
[19] Tamże, pkt 29 rozszerzenie art. 30a, s182.

• Zwiększenie ambicji redukcyjnej: Podniesienie celu redukcji emisji w sektorach objętych systemem z 43% do 62% do 2030 r. (względem poziomu z 2005 r.).

• Przyspieszenie tempa wycofywania uprawnień: Zwiększenie liniowego współczynnika redukcji (LRF) liczby uprawnień na rynku.

• Włączenie transportu morskiego: Objęcie emisji z dużych statków systemem handlu.

• Wycofanie darmowych uprawnień: Stopniowe zastępowanie bezpłatnych przydziałów dla przemysłu mechanizmem CBAM (granicznym podatkiem węglowym) do 2034 r.

• Utworzenie ETS 2: Objęcie opłatami za emisję paliw stosowanych w budynkach i transporcie drogowym od 2027 r.

Zwiększenie udziału OZE jest kwestią przedstawioną w Dyrektywie o Odnawialnych Źródłach Energii zwanej jako RED III: Wyznaczony cel główny tej Dyrektywy to podniesienie wiążącego celu udziału energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii w UE do poziomu 42,5% (z dążeniem do 45%) do 2030 r. „Zmieniona dyrektywa (UE) 2018/2001 powinna ustanowić wiążący ogólnounijny cel dotyczący energii odnawialnej przewidujący co najmniej 42,5 % udziału energii ze źródeł odnawialnych w unijnym końcowym zużyciu energii brutto do 2030 r."[20]. Natomiast mechanizm sprawiedliwości społecznej nazywany również Społecznym Funduszem Klimatycznym stwierdza, że „fundusz powinien zapewniać państwom członkowskim środki finansowe na wspieranie ich środków i inwestycji mających na celu łagodzenie skutków rozszerzenia unijnego systemu handlu uprawnieniami do emisji na sektory budynków i transportu drogowego dla gospodarstw domowych znajdujących się w trudnej sytuacji, mikroprzedsiębiorstw znajdujących się w trudnej sytuacji i użytkowników transportu znajdujących się w trudnej sytuacji"[21].

Uwzględniając powyższe rozważania, należy podkreślić, że pakiet „Fit for 55" nie stanowi jedynie zbioru postulatów, lecz funkcjonuje jako spójny system wzajemnie powiązanych instrumentów regulacyjnych. Zaostrzenie celów w jednym sektorze, w szczególności w ramach EU ETS, implikuje konieczność przyspieszonego wdrażania rozwiązań w sektorach OZE oraz w obszarze efektywności energetycznej. Z perspektywy Polski kluczowe wyzwania obejmują modernizację sektora ciepłowniczego oraz ochronę odbiorców wrażliwych przed wzrostem kosztów wynikających z uprawnień do emisji w sektorze budynkowym. Reforma EU ETS przewidziana w ramach „Fit for 55" znacząco ogranicza horyzont czasowy dla realizacji procesu dekarbonizacji. W odniesieniu do krajowego sektora elektroenergetycznego oznacza to konieczność praktycznie całkowitego odejścia od węgla do 2040 r., gdyż rosnące ceny uprawnień, wynikające ze

[20] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/2413 z dnia 18 października 2023 r. zmieniająca dyrektywę (UE) 2018/2001 (RED III), pkt 12, s.14
[21] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/955 z dnia 10 maja 2023 r. ustanawiające Społeczny Fundusz Klimatyczny, s. 3.

zmniejszającej się podaży, spowodują trwałą nierentowność jednostek węglowych. W konsekwencji wskazuje to na konieczność intensyfikacji rozwoju systemów magazynowania energii jako elementu zapewniającego stabilność systemu energetycznego w warunkach przyspieszonej transformacji.

Dialog społeczny jako determinanta efektywności regulacyjnej w sektorze energetycznym: perspektywa neoinstytucjonalna

Współczesna transformacja ustrojowa i gospodarcza wymusza redefinicję sposobu, w jaki państwo kształtuje bezpieczeństwo ekonomiczne. Tradycyjny, weberowski model biurokratyczny, oparty na hierarchicznej podległości oraz jednostronnym dyktacie regulacyjnym (command-and-control), ujawnia swoją niewydolność w obliczu rosnącej złożoności systemów energetycznych. Zgodnie z założeniami nowej ekonomii instytucjonalnej (NEI), kluczowym wyzwaniem w relacji regulator-rynek pozostaje asymetria informacji. Organy administracji publicznej (pryncypał) w praktyce nie dysponują pełną wiedzą techniczną ani rynkową, którą posiadają podmioty gospodarcze (agenci). W tym kontekście dialog społeczny oraz konsultacje publiczne zyskują rangę strategicznego instrumentu transferu wiedzy, a zarazem mechanizmu ograniczania kosztów transakcyjnych związanych z tworzeniem prawa niespełniającego wymogów efektywności i adekwatności regulacyjnej.

Dialog społeczny[22] w sektorze energetycznym należy rozumieć jako sformalizowaną formę komunikacji strategicznej i partycypacji horyzontalnej, obejmującą wymianę informacji, konsultacje i negocjacje między organami władzy publicznej a podmiotami gospodarczymi i społecznymi. Pełni on funkcję mechanizmu weryfikacji ex ante skutków regulacji, redukując asymetrię informacji między administratorem publicznym a interesariuszami, a tym samym minimalizując ryzyko regulacyjne, które mogłoby paraliżować decyzje inwestycyjne i zagrażać bezpieczeństwu energetycznemu.

Bezpieczeństwo energetyczne pozostaje kluczowe dla bezpieczeństwa ekonomicznego państwa, będąc warunkiem stabilności funkcjonowania strategicznych sektorów gospodarki, takich jak teleinformatyka czy systemy sztucznej inteligencji. W dobie transformacji energetycznej, obejmującej dekarbonizację i decentralizację źródeł wytwórczych, rola strony społecznej ulega znaczącej ewolucji, obejmując nowych aktorów: prosumentów, klastry energii, stowarzyszenia branżowe OZE oraz organizacje ekologiczne. Konsultacje społeczne w tym kontekście pełnią funkcję kognitywną (dostarczanie wiedzy o barierach technologicznych i rynkowych), legitymizacyjną (zwiększenie akceptacji społecznej dla kosztów transformacji) oraz prewencyjną (minimalizowanie

[22] *Czym jest dialog społeczny?*, https://www.gov.pl/web/dialog/czym-jest-dialog-spoleczny, dostęp: 31.12.2025r.

konfliktów lokalnych, np. zjawiska NIMBY), co jest warunkiem skutecznej i stabilnej realizacji polityki energetycznej.

Wykluczenie wskazanych grup interesariuszy z procesu decyzyjnego prowadzi do wystąpienia zjawiska określanego w literaturze jako „luka implementacyjna", w którym ambitne cele polityki energetycznej, takie jak założenia Polityki Energetycznej Polski do 2040 roku (PEP2040), nie znajdują odzwierciedlenia w rzeczywistości inwestycyjnej z powodu nieprzewidzianych barier administracyjnych. W tym kontekście konsultacje społeczne w sektorze energetycznym pełnią potrójną funkcję. Po pierwsze, funkcję kognitywną, umożliwiającą organom regulacyjnym pozyskiwanie wiedzy na temat rzeczywistych barier technologicznych i rynkowych, w tym m.in. w zakresie przyłączeń do sieci. Po drugie, funkcję legitymizacyjną, sprzyjającą zwiększeniu społecznej akceptacji dla kosztów transformacji, w tym zmian taryfowych. Po trzecie, funkcję prewencyjną, która pozwala zapobiegać lokalnym konfliktom inwestycyjnym, takim jak zjawisko NIMBY (Not In My Back Yard), mogącym utrudniać realizację inwestycji liniowych i wytwórczych.

Analiza procesu legislacyjnego dotyczącego magazynowania energii w latach 2021–2025 stanowi doskonały materiał empiryczny, dowodzący tezy o kluczowej roli dialogu społecznego w mitygacji błędów regulacyjnych. Rynek magazynowania energii, będący w fazie dynamicznego wzrostu, był szczególnie narażony na niedostosowanie przepisów tworzonych w oparciu o paradygmat energetyki wielkoskalowej. Przeprowadzona została analiza różnych konsultacji publicznych z tego obszaru.

Do roku 2021 polski system prawny nie dysponował jednolitą definicją magazynu energii, co prowadziło do uznaniowości administracyjnej oraz ograniczało rozwój inwestycji w tym obszarze. Magazyny energii traktowane były w sposób hybrydowy: jako odbiorcy końcowi w przypadku poboru energii oraz jako wytwórcy przy jej oddawaniu do sieci, co skutkowało zjawiskiem określanym jako „podwójne taryfikowanie" – naliczaniem opłat dystrybucyjnych w obu kierunkach przepływu energii. Rozwiązanie tego problemu nastąpiło wraz z wejściem w życie ustawy z dnia 20 maja 2021 r. o zmianie ustawy – Prawo energetyczne, której kształt był bezpośrednim efektem intensywnego dialogu technicznego prowadzonego m.in. przez Polskie Stowarzyszenie Magazynowania Energii (PSME) oraz operatorów systemów dystrybucyjnych. W toku konsultacji publicznych strona społeczna skutecznie wykazała konieczność przyjęcia neutralnych technologicznie definicji magazynów energii, zgodnych z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/944, co umożliwiło stworzenie stabilnych ram regulacyjnych sprzyjających inwestycjom w magazynowanie energii.

W rezultacie, ustawodawca wprowadził art. 3 pkt 10k ustawy Prawo energetyczne, definiujący „magazyn energii elektrycznej" oraz, co istotne z punktu widzenia sector coupling (łączenia

sektorów), szerszą definicję „magazynu energii" (pkt 10ka), obejmującą także inne nośniki, np. ciepło czy wodór[23].

Kluczowym sukcesem dialogu było jednak rozwiązanie problemu fiskalnego. Pod naciskiem argumentacji ekonomicznej przedstawionej w raportach konsultacyjnych, ustawodawca zdecydował się na wyłączenie magazynów energii z obowiązku taryfowego (dla magazynów czerpiących energię z sieci) oraz zniesienie podwójnych opłat sieciowych. Był to klasyczny przykład, w którym wiedza ekspercka strony społecznej skorygowała model fiskalny państwa, zapobiegając martwocie rynkowej nowej technologii.

Konsultacje publiczne oraz przeprowadzony w ich ramach dialog były powiązane z problematyką prawa budowlanego, w szczególności w tzw. „Kazusie 20 kWh". Stanowi on istotny przykład roli dialogu społecznego jako mechanizmu kontrolnego („hamulca bezpieczeństwa") przeciwdziałającego nadregulacji w trakcie procesu nowelizacji Prawa budowlanego na przełomie lat 2024–2025. W obliczu dynamicznego wzrostu liczby instalacji prosumenckich, Ministerstwo Rozwoju i Technologii, kierując się przesłankami bezpieczeństwa pożarowego, pierwotnie zaproponowało bardzo restrykcyjne przepisy. Projekt zakładał, że każdy magazyn energii o pojemności przekraczającej 20 kWh będzie wymagał uzyskania pełnego pozwolenia na budowę. Propozycja ta wywołała natychmiastową reakcję środowisk branżowych – w tym sektora OZE, instalatorów oraz organizacji prosumenckich. W toku konsultacji społecznych oraz kampanii medialnych eksperci, w tym reprezentanci stowarzyszeń branżowych, podkreślali, że próg 20 kWh jest niewspółmiernie niski w kontekście technologii pomp ciepła i elektromobilności. Zwracano uwagę, że obowiązek uzyskania pozwolenia na budowę dla każdej instalacji o takiej pojemności sparaliżuje działalność administracji publicznej, a w konsekwencji zablokuje realizację transformacji energetycznej na poziomie lokalnym[24].

Argumentacja strony społecznej opierała się na analizie kosztów i korzyści: ryzyko pożarowe można mitygować poprzez obowiązek zgłoszenia do Państwowej Straży Pożarnej (PSP) i certyfikację urządzeń, bez konieczności uruchamiania pełnej machiny biurokratycznej pozwolenia na budowę. Dialog ten przyniósł wymierne efekty. Ustawodawca wycofał się z pierwotnych założeń, przyjmując model kompromisowy.

W finalnym kształcie nowelizacji Prawa budowlanego (uchwalonej pod koniec 2025 r.), progi zostały znacząco podniesione i zróżnicowane. Dla magazynów montowanych w budynkach wprowadzono obowiązek zgłoszenia i uzgodnień ppoż. dla instalacji powyżej

[23] Ustawa z dnia 20 maja 2021 r. o zmianie ustawy - Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw, (Dz.U. 2021 poz. 1093).
[24] Patrz szerzej: P. Szwarc, D. Osiak, *Magazyny energii są niezbędne, ale ich podłączenie nie jest proste*, https://wysokienapiecie.pl/84360-magazyny-energii-sa-niezbedne/, dostęp: 31.12.2025 r.

30 kWh (a nie pozwolenia na budowę), a dla magazynów wolnostojących progi te ustalono na poziomie znacznie wyższym (rzędu 300 kWh dla zgłoszeń i 2000 kWh dla pozwoleń)[25].

Przedstawiony przypadek dowodzi, że mechanizm konsultacji społecznych funkcjonował jako efektywny korektor błędnej oceny ryzyka dokonanego przez administrację centralną. Umożliwił on ochronę rynku przed nagłym wstrzymaniem inwestycji oraz zapewnił ciągłość procesów transformacyjnych i inwestycyjnych.

Ponadto należy podkreślić istotną rolę dialogu społecznego w kształtowaniu przepisów dotyczących sektora ciepłowniczego. Organizacje branżowe, w tym Izba Gospodarcza Ciepłownictwo Polskie, od lat postulowały odejście od dominującego w prawie energetycznym „elektrocentryzmu". W wyniku ich aktywności legislacyjnej definicja „magazynu energii" zawarta w art. 3 pkt 10ka Prawa energetycznego została sformułowana w sposób szeroki, umożliwiając kwalifikowanie akumulatorów ciepła w systemach ciepłowniczych jako magazynów energii, wraz z prawem do stosowania preferencyjnych zasad przyłączeniowych. Rozwiązanie to ma kluczowe znaczenie dla stabilizacji pracy elektrociepłowni oraz zwiększenia elastyczności Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE).

Podsumowanie

Analiza przeprowadzona w niniejszym podrozdziale pozwala na sformułowanie trzech wniosków końcowych. Konsultacje publiczne i dialog:

- Powinny być traktowane jako instrument mitygacji ryzyka, a nie zło konieczne (z punktu widzenia administracji publicznej) lub niepotrzebne działanie (np. z punktu widzenia interesariuszy). Partycypacja interesariuszy w procesie legislacyjnym nie jest fasadowym wymogiem demokratycznym, lecz realnym narzędziem zarządzania ryzykiem w sektorze energetycznym. Pozwala na wczesną identyfikację błędów konstrukcyjnych w prawie (przypadek taryf) oraz nadmiarowych barier administracyjnych (przypadek pozwoleń na budowę).
- Jako element redukcji asymetrii informacji. Organizacje branżowe, mające kontakt z najnowszymi technologiami oraz rozwojem naukowo-technicznym pełnią funkcję "tłumacza" skomplikowanych uwarunkowań technologicznych na język regulacji prawnych. Bez ich wkładu, regulator działa w warunkach niepełnej informacji, co zwiększa prawdopodobieństwo porażki legislacyjnej oraz wpływa na zmianę bezpieczeństwa energetycznego i ekonomicznego kraju.

[25] Sejm łagodzi przepisy dotyczące magazynów energii. Nowelizacja Prawa budowlanego z szerszymi zwolnieniami, https://e-magazyny.pl/aktualnosci/sejm-lagodzi-przepisy-dotyczace-magazynow-energii-nowelizacja-prawa-budowlanego-z-szerszymi-zwolnieniami/, dostęp: 31.12.2025 r.

- Niezbędne jest wypracowanie stałych i profesjonalnych mechanizmów konsultacji publicznych, z udziałem ekspertów i praktyków reprezentujących środowisko gospodarcze, naukowe oraz obszar badań i rozwoju. Konieczność profesjonalizacji procesu konsultacyjnego wynika z pojawiania się w sektorze energetycznym nowych, złożonych technologii, w tym innowacji produktowych i procesowych, takich jak technologie wodorowe, modułowe reaktory jądrowe (SMR), wirtualne elektrownie, podziemne magazynowanie ciepła i gazu, systemy Power-to-X oraz integracje systemów energetycznych. Wskazane jest, aby model konsultacji ewoluował w kierunku tworzenia stałych, sprofilowanych grup roboczych (roundtables), zamiast ograniczać się jedynie do doraźnego opiniowania gotowych projektów aktów prawnych. Wdrożenie tego typu rozwiązań pozwoli na opracowanie regulacji prawnych sprzyjających poprawie konkurencyjności przedsiębiorstw, a równocześnie przyczyni się do wzmocnienia bezpieczeństwa energetycznego i ekonomicznego państwa.

Bezpieczeństwo energetyczne w dobie transformacji zależy nie tylko od infrastruktury fizycznej, ale w równym stopniu od jakości instytucji i kultury prawnej, której fundamentem jest rzetelny dialog społeczny. Jego rola i znaczenie ma istotne znaczenia dla jakości, efektywności i sprawności całego procesu konsultacji społecznych. Wymaga również nieszablonowego myślenia po stronie administracji publicznej poprzez ukazanie roli i znaczenia tworzonych regulacji na przyszłość kraju poprzez zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego, zwiększenie bezpieczeństwa ekonomicznego i poprawę konkurencyjności gospodarki. Administracja publiczna we współpracy z interesariuszami ma możliwość przygotowania proaktywnych i przyszłościowych rozwiązań. Realizacji tego celu będzie możliwa gdy proces dialogu i konsultacji społecznych będzie procesem rzeczywistym, a nie fasadowym i pozornym.

Bibliografia:

Źródła prawne

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/959 z dnia 10 maja 2023 r. zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE ustanawiającą system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych w Unii oraz decyzję (UE) 2015/1814 w sprawie ustanowienia i funkcjonowania rezerwy stabilności rynkowej dla unijnego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych (Dz.U. L 130 z 16.5.2023, s. 134).

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/2413 z dnia 18 października 2023 r. zmieniająca dyrektywę (UE) 2018/2001, rozporządzenie (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylająca dyrektywę Rady (UE) 2015/652, PE/36/2023/REV/2.

Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: Europejski Zielony Ład, COM(2019) 640 final.

Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: „Gotowi na 55": osiągnięcie unijnego celu klimatycznego na 2030 r. w drodze do neutralności klimatycznej, COM(2021) 550 final,

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/955 z dnia 10 maja 2023 r. w sprawie ustanowienia Społecznego Funduszu Klimatycznego i zmieniające rozporządzenie (UE) 2021/1060, PE/11/2023/REV/1.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/1119 z dnia 30 czerwca 2021 r. w sprawie ustanowienia ram na potrzeby osiągnięcia neutralności klimatycznej i zmiany rozporządzeń (WE) nr 401/2009 i (UE) 2018/1999 (Europejskie prawo o klimacie), PE/27/2021/REV/1.

Ustawa z dnia 20 maja 2021 r. o zmianie ustawy - Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw, (Dz.U. 2021 poz. 1093),

Literatura

Dobek-Ostrowska B, *Komunikowanie polityczne i publiczne*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.

Goban-Klas T: *System informacji w państwie a system komunikacji społecznej*, „Przekazy i Opinie" 2(1999).

International Energy Agency (IEA), Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector, Paris 2021.

IPCC, Global Warming of 1.5°C. Special Report, Cambridge University Press, 2018.

Makowski G, *Konsultacje publiczne – uregulowania prawne a praktyka*, „Infos – zagadnienia społeczno ekonomiczne", 20(2014).

Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Polityka energetyczna Polski do 2040 r. (PEP2040), Warszawa 2021.

Serafin K, *Skuteczna komunikacja w podmiotach administracji publicznej*, „Studia Ekonomiczne". 141(2013).

Stachowiak B., Dylematy wdrażania regulacji normatywnych transformacji energetycznej i kształtowania bezpieczeństwo energetycznego, (w:) Determinanty zagrożeń bezpieczeństwa jednostki w społeczeństwie, red. P. Wojnicz, J.J.Mrozek, M. Radziłowicz, Ełk 2025.

Wojnicz P., Stachowiak B., Regulacje normatywne jako impulsy do transformacji energetycznej i podnoszenia poziomu bezpieczeństwa energetycznego, (w:) Strategia Bezpieczeństwa Narodowego w ujęciu interdyscyplinarnym 0,5, red. M. Kamper-Kubańska, K. Kaszlińska, P. Sobierajski, Włocławek 2025.

Źródła internetowe:

Czym jest dialog społeczny?, https://www.gov.pl/web/dialog/czym-jest-dialog-spoleczny, dostęp: 31.12.2025r.

P. Szwarc, D. Osiak, *Magazyny energii są niezbędne, ale ich podłączenie nie jest proste*, https://wysokienapiecie.pl/84360-magazyny-energii-sa-niezbedne/, dostęp: 31.12.2025 r.

Sejm łagodzi przepisy dotyczące magazynów energii. Nowelizacja Prawa budowlanego z szerszymi zwolnieniami, https://e-magazyny.pl/aktualnosci/sejm-lagodzi-przepisy-dotyczace-magazynow-energii-nowelizacja-prawa-budowlanego-z-szerszymi-zwolnieniami/, dostęp: 31.12.2025 r.

Streszczenie

Bezpieczeństwo energetyczne w dobie transformacji zależy nie tylko od infrastruktury fizycznej, ale w równym stopniu od jakości instytucji i kultury prawnej, której fundamentem jest rzetelny dialog społeczny. Prowadzenie konsultacji publicznych może wpłynąć pozytywnie na administracje publiczną, która ta formę dialogu może potraktować jako instrument mitygacji ryzyka oraz redukcji asymetrii informacji. Modyfikacja dotychczasowych procesów komunikacji administracji publicznej z interesariuszami może dążyć do ciągłej poprawy jakości i efektywności, a w konsekwencji do większej profesjonalizacji procesu dialogu i konsultacji publicznych.

Słowa kluczowe: Komunikacja, Konsultacje publiczne, dialog publiczny, magazyny energii, magazyny ciepła, bezpieczeństwo energetyczne, bezpieczeństwo ekonomiczne, ekonomia instytucjonalna

Summary

Energy security in the era of transformation depends not only on physical infrastructure but equally on the quality of institutions and legal culture, the foundation of which is reliable social dialogue. Conducting public consultations can positively influence public administration, which may treat this form of dialogue as an instrument for risk mitigation and the reduction of information asymmetry. Modifying existing communication processes between public administration and stakeholders may aim at continuous improvement in quality and efficiency, consequently leading to greater professionalization of the dialogue and public consultation process.

Keywords: Communication, public consultations, public dialogue, energy storage, heat storage, energy security, economic security, institutional economics

Макарова О.П.
доцент кафедри криміналістики та судової експертології,
кандидат психологічних наук, доцент,
Харківський національний університет внутрішніх справ
ORCID ID: 0000-0002-5480-5942

КРИМІНАЛІСТИЧНІ ТА КРИМІНАЛЬНО-ПРОЦЕСУАЛЬНІ ВИМІРИ ДИНАМІКИ КОМУНІКАЦІЙ Й ПЕРЕГОВОРІВ У СВІТІ КОНФЛІКТІВ

У статті здійснено аналіз криміналістичних та кримінально-процесуальних особливостей комунікації та переговорних процесів у ситуаціях конфлікту. Розглянуто теоретичні підходи до переговорів і медіації, значення невербальної інформації, сучасні методики процесуального інтерв'ювання та практичні виклики, що виникають у зв'язку із цифровізацією слідчих дій (відеоконференції, технічні засоби фіксації). Особлива увага приділяється впливу динаміки комунікації на якість доказів, стратегії отримання інформації та процесуальні гарантії учасників кримінального провадження. Запропоновано рекомендації для інтеграції криміналістичних знань у переговорні практики з урахуванням українського законодавства та міжнародних стандартів.

Ключові слова: криміналістика, кримінально-процесуальні особливості, слідчі (розшукові) дії. завдання, допит, кримінальне провадження, конфлікт, комунікація, переговори, медіація, процесуальне інтерв'ювання, цифрові технології.

Постановка проблеми. Сучасні трансформації соціального життя, пов'язані з глобалізаційними процесами, розвитком цифрових технологій і загостренням суспільних конфліктів, зумовлюють потребу в нових підходах до дослідження комунікації у кримінальному процесі. Якщо ще кілька десятиліть тому переговори між учасниками кримінального провадження здебільшого зводилися до формальних слідчих дій, то сьогодні вони охоплюють значно ширший спектр форм взаємодії: від процесуального інтерв'ювання до застосування медіаційних процедур і використання цифрових каналів спілкування. Це вимагає від криміналістичної науки та кримінального процесу розробки нових теоретичних і практичних інструментів, які б дозволили ефективно поєднувати завдання доказування з гарантіями захисту прав і свобод людини.

Проблематика комунікаційної динаміки у кримінальному провадженні є міждисциплінарною. З одного боку, вона охоплює сферу криміналістики, де ключовим завданням є забезпечення надійності доказової інформації, ідентифікація маніпулятивних впливів і використання методів аналізу вербальної та невербальної поведінки. З іншого боку, вона стосується

кримінально-процесуального права, яке встановлює межі допустимості комунікативних практик, визначає стандарти процесуальних гарантій і фіксує юридичні наслідки тих чи інших переговорних рішень. Таким чином, проблема комунікації та переговорів у кримінальному процесі виходить за межі окремої галузі знань і постає як інтегративна.

Особливу складність становить питання співвідношення традиційних і новітніх форм комунікації у кримінальному провадженні. Традиційно ключовою комунікативною слідчою дією вважався допит, однак у сучасних умовах його класична модель стикається з низкою обмежень. По-перше, зростає роль процесуального інтерв'ювання, орієнтованого не на примусове здобуття зізнання, а на створення атмосфери довіри та когнітивної стимуляції пам'яті. По-друге, впровадження цифрових технологій – відеоконференцій, аудіо- та відеофіксації, віддалених допитів – трансформує структуру комунікації, породжуючи нові виклики щодо автентичності доказів і технічної безпеки. По-третє, розвиток медіації у кримінальному процесі вимагає узгодження переговорних практик із принципами законності та захисту прав потерпілих.

Ключовою проблемою є також ризики маніпуляцій та інформаційного впливу. Переговори в умовах конфлікту нерідко супроводжуються дезінформацією, вибірковим поданням фактів чи емоційними провокаціями. На думку науковців, без належної криміналістичної методики аналізу комунікаційних сигналів існує небезпека використання недостовірної або викривленої інформації як доказу, що може призвести до помилкових рішень у судовій практиці. У цьому контексті особливого значення набувають методики перевірки консистентності показань, ретроспективний аналіз цифрових слідів і вивчення невербальної поведінки.

Важливим аспектом постановки проблеми є й етичний вимір комунікації. Умови переговорів та допитів не повинні порушувати принципів поваги до людської гідності, заборони катувань і психологічного тиску. Як підкреслюють науковці, ефективність кримінального провадження не може досягатися ціною нехтування правами учасників процесу. Відтак, будь-яка динаміка комунікації повинна аналізуватися не лише крізь призму криміналістичної ефективності, але й крізь призму правових та моральних стандартів.

З огляду на викладене, можна констатувати, що сучасна наукова та практична проблема полягає у необхідності інтеграції криміналістичних знань у переговорні практики кримінального процесу з урахуванням цифровізації та розвитку альтернативних форм комунікації. Це завдання передбачає: вироблення методології аналізу динаміки комунікацій у конфліктних ситуаціях; розробку процесуальних гарантій для учасників переговорів і медіації; створення стандартів технічної безпеки й автентифікації цифрових доказів; забезпечення підготовки слідчих і суддів до роботи з новими комунікативними форматами.

Таким чином, постановка проблеми відображає багатовимірність феномена комунікації у кримінальному процесі: це і питання ефективності збору доказів, і питання гарантій прав людини, і питання технологічної надійності інформації. Саме цей комплекс чинників зумовлює актуальність подальшого дослідження криміналістичних та кримінально-процесуальних вимірів динаміки комунікації й переговорів у світі конфліктів.

Мета статті полягає у комплексному дослідженні криміналістичних та кримінально-процесуальних аспектів комунікації й переговорів у контексті сучасних конфліктів, з'ясуванні їх ролі у забезпеченні ефективності досудового розслідування та судового розгляду, а також у визначенні перспектив розвитку переговорних тактик та інструментів процесуальної взаємодії з урахуванням міжнародних стандартів, новітніх досягнень науки криміналістики та практики правозастосування.

Виклад основного матеріалу. У сучасному суспільстві, що характеризується підвищеною конфліктогенністю, комунікація в межах кримінального провадження набуває ключового значення. Вона перестала бути лише інструментом для отримання доказової інформації та перетворилася на складний механізм, спрямований на забезпечення балансу інтересів сторін, дотримання прав людини та підвищення ефективності всього досудового розслідування. Зростання ролі переговорів, медіації та інших комунікативних практик у кримінальному процесі знаходить підтвердження в роботах провідних українських учених та практиків [1].

Динамічний розвиток суспільства та технологічний прогрес значно ускладнюють комунікативні процеси. Зокрема, поява нових форм злочинності (кіберзлочинність, кіберпереслідування) та використання складних цифрових доказів вимагають від слідчих та прокурорів володіння вдосконаленими методиками допиту, інтерв'ювання та оперативного психологічного впливу. Як зазначає В. Шепітько, сучасна доказова база все частіше формується на основі інформації, отриманої в результаті професійно побудованої комунікації, а не матеріальних носіїв [2]

Ця потреба у вдосконаленні знайшла своє відображення в нормативних документах. Так, наказ МВС України № 575 від 07.07.2017 «Про затвердження Інструкції з організації взаємодії органів досудового розслідування з іншими органами та підрозділами Національної поліції

[1] Переговори і медіація у кримінальному провадженні : навч. посібник / [І. В. Гловюк, А. В. Лапкін, М. Р. Мазур, В. Т. Нор, О. О. Торбас, А. Р. Туманянц, Т. А. Цувіна] ; за ред. д-ра юрид. наук, проф. Василя Нора, канд. юрид. наук, доц. Марти Мазур. – Електрон. вид. – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. 328 с. (Удосконалення магістерської програми з кримінальної юстиції). (Розділ 2, підрозділ 2.6; Розділ 3, підрозділ 3.4) С. 128-144, 205-220.

[2] Криміналістика: Підручник / Кол. авт.: В. Ю. Шепітько, В. О. Коновалова, В. А. Журавель та ін. / За ред. проф. В. Ю. Шепітька..4-е вид., перероб. і доп. Х.: Право, 2008. 464 с.

України в запобіганні кримінальним правопорушенням, їх виявленні та розслідуванні» наголошує на важливості застосування сучасних тактик неконфліктного допиту та інтерв'ювання, спрямованих на встановлення психологічного контакту, а не на силове вибивання показань. Крім того, проект нового Кримінального процесуального кодексу України, що обговорюється, містить положення, спрямовані на поширення використання медіації та інших альтернативних методів вирішення конфліктів для розвантаження судової системи [3].

Таким чином, удосконалення комунікативних методик, включаючи фіксацію доказів з використанням аудіо- та відеотехніки, стає не просто бажанням, а невід'ємною вимогою часу. Це безпосередньо впливає на якість правосуддя, забезпечуючи його об'єктивність, справедливість та дотримання принципу верховенства права.

Переговори як форма врегулювання конфліктів мають глибокі історичні корені в правових системах світу. В Україні їхнє дослідження з криміналістичної та кримінально-процесуальної точок зору поєднує фундаментальний теоретичний аналіз із розробкою сучасних прикладних методик для правоохоронної діяльності. Наукова думка підкреслює класифікацію переговорів у кримінальному процесі на дві основні категорії: формалізовані та неформалізовані .[4]

Криміналістика в цьому контексті виступає ключовою методологічною основою, що забезпечує слідчих і оперативних працівників цілим арсеналом спеціальних знань. Вона надає інструменти для перевірки достовірності показань, глибокого аналізу мовленнєвих та невербальних ознак (міміки, жестикуляції, паралінгвістичних компонентів), а також надійної процесуальної фіксації отриманих даних для подальшого використання в якості доказів [5], [6]. Сучасні підходи в криміналістиці, зокрема, розвиваються у напрямку психології комунікації та криміналістичної тактики, що знайшло відображення в роботах провідних учених, таких як А. Гетьман, Є. Демидова, В.Коновалова, В. Шевчук та ін. Вони акцентують увагу на тому, що динаміка комунікації – її емоційний фон, логічна послідовність, реакції на запитання –

[3] Про затвердження Інструкції з організації взаємодії органів досудового розслідування з іншими органами та підрозділами Національної поліції України в запобіганні кримінальним правопорушенням, їх виявленні та розслідуванні Наказ МВС від від 07.07.2017 № 575 https://ips.ligazakon.net/document/RE30805

[4] Communicative Competence of Law Enforcement Officers Fedorenko, Miloradova, Kharchenko, Dotsenko, Makarova, Chervonyi & Makarenko Brazilian Journal of Education, Technology and Society (BRAJETS) Br. J. Ed., Tech. Soc., v.16, Apr-Jun, n.2, p.349-360, 2023
http://dx.doi.org/10.14571/brajets.v16.n2.2023

[5] Науково-технічне забезпечення слідчої діяльності в умовах змагального кримінального провадження : монографія : електрон. наук. вид. / [В. Ю. Шепітько, В. О. Коновалова, В. М. Шевчук та ін.] ; за заг. ред. В. Ю. Шепітька ; Нац. акад. прав. наук України, НДІ вивч. проблем злочинності ім. акад. В. В. Сташиса. Харків : Право, 2021. 248с.

[6] Макарова О.П. Тактика залучення спеціаліста до допиту. *Архів кримінології та судових наук* 2024№. 1 (9) 2024. 202 с. з іл. С.136-146 DOI https://doi.org/10.32353/acfs.9.2024.10

визначає не лише зміст інформації, але й її процесуальну «придатність» та силу доказового значення[7].

Ця роль криміналістики особливо очевидна в контексті судового розгляду, де кожен етап комунікації може бути предметом оскарження. Надійно задокументовані та отримані з дотриманням процедури результати переговорів стають ключовим аргументом для сторін, що підкреслює практичну цінність криміналістичних знань для ефективного правосуддя.

У кримінальному процесі України центральне місце серед слідчих (розшукових) дій традиційно займають допит і овал-процесуальне інтерв'ювання. Сучасні підходи до них, викладені в новітніх навчально-методичних матеріалах, підготовлених за підтримки міжнародних організацій, роблять акцент на переході від конфронтаційної моделі до методу отримання інформації, заснованого на співпраці. Як зазначається у посібнику, розробленому за підтримки Програми розвитку ООН, ефективність інтерв'ювання визначається вмінням слідчого побудувати психологічний контакт і довіру, враховувати когнітивні особливості допитуваних (зокрема, механізми пам'яті) та активно використовувати відкриті та напіввідкриті запитання для отримання більш повної та достовірної інформації [8]).

Паралельно з еволюцією традиційних процедур у кримінальному процесі України активно розвивається інститут медіації. Українські дослідники обґрунтовують, що запровадження медіації здатне вирішити одразу кілька системних проблем. Так, вчені вказують, що медіація може не лише значно розвантажити судову систему, перенаправивши частину справ альтернативним шляхом, але й сприяти відновленню соціальної справедливості, особливо у справах невеликої чи середньої тяжкості, де важливим є відшкодування завданої шкоди та відновлення соціальних зв'язків.

У цьому аспекті сучасне кримінально-процесуальне право стикається з ключовим викликом: знайти оптимальний баланс для інтеграції гнучких переговорних механізмів у строгу процедурну форму, не втративши при цьому фундаментальних гарантій захисту прав особи, кримінального переслідування та публічно-правових інтересів. Ця дискусія стосується як визначення чіткого процесуального статусу результатів медіації, так і забезпечення добровільності та усвідомленості участі в ній сторін.

---

[7] Трансформація завдань криміналістики в умовах воєнного Т65 стану та євроінтеграційних процесів: зб. матеріалів наук.-практ. конф. присвяч. пам'яті д-ра юрид. наук, проф. В.О. Коновалової, м. Харків, 28 берез. 2024 р./ [редкол.: А. П. Гетьман, В. М. Шевчук, Є. Є. Демидова] ; Нац. юрид. ун-т ім. Ярослава Мудрого, Каф. криміналістики ; Нац. акад. прав. наук України ; НДІ вивч. проблем злочинності ім. акад. В. В. Сташиса Нац. акад. прав. наук України. Харків : Право, 2024. 148 с.

[8] Посібник з особливостей проведення процесуального інтерв'ю в рамках кримінального розслідування https://www.undp.org/uk/ukraine/publications/posibnyk-z-osoblyvostey-provedennya-protsesualnoho-intervyu-v-ramkakh-kryminalnoho-rozsliduvannya

Дослідження невербальної поведінки в комунікації підтверджують, що саме через невербальні канали (жести, міміку, позу, інтонацію) може передаватися понад 60% інформації, тоді як на словесний компонент припадає значно менша частка. Це надає криміналісту та слідчому потужний додатковий інструментарій для формування професійної оцінки правдивості та достовірності отриманих показань, дозволяючи виходити за межі суто лінгвістичного аналізу.

Однак українські науковці та практики роблять важливий методологічний акцент: інтерпретація невербальних сигналів не може бути абсолютною та потребує максимальної обережності. Окремі «маркери» брехні, такі як специфічні рухи очей (погляд угору-вліво/вправо) або певні жести, не є універсальними та можуть бути спричинені іншими факторами – стресовим станом особи, особливостями її нервової системи або навіть культурними звичаями. Тому невербальні ознаки не можуть розглядатися ізольовано. Вони набувають доказового значення лише при їх комплексному аналізі, поєднанні з вербальною інформацією, даними оперативно-розшукової діяльності, матеріалами відео- та аудіофіксації та іншими джерелами доказової інформації. Лише такий системний підхід дозволяє мінімізувати ризик суб'єктивної помилки та забезпечити об'єктивність висновків слідчого [9].

Застосування відеоконференцій та дистанційних засобів допиту вже інтегровано в кримінальний процес України та регламентоване статтею 232 КПК України. Ця норма дозволяє проводити слідчі дії з участю осіб, які перебувають поза місцем провадження, що є важливим кроком у діджиталізації правосуддя [10] .

Однак, як обґрунтовано зазначає у роботі науковців, цифровізація кримінального процесу, окрім незаперечних переваг, породжує і нові виклики. Серед ключових ризиків дослідник виділяє можливості маніпуляцій із аудіо- та відеозаписами, такі як редагування, монтаж, зміна контексту або навіть повне фальсифікування, що ставить під загрозу достовірність доказу в цілому. Виникають складні проблеми технічної та процедурної автентифікації доказів, тобто підтвердження того, що отриманий цифровий матеріал не був змінений і саме в такому вигляді був отриманий від його джерела [11].

[9] Communicative Competence of Law Enforcement Officers Fedorenko, Miloradova, Kharchenko, Dotsenko, Makarova, Chervonyi & Makarenko Brazilian Journal of Education, Technology and Society (BRAJETS) Br. J. Ed., Tech. Soc., v.16, Apr-Jun, n.2, p.349-360, 2023
http://dx.doi.org/10.14571/brajets.v16.n2.2023

[10] Кримінальний процесуальний кодекс України : Закон України від 13 квіт. 2012 р. № 4651-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4651-17.

[11] Гарасимів О.І., Марко С.І Ряшко О.В., Цифрові докази: деякі проблемні питання щодо їх поняття та використання у кримінальному судочинстві. Науковий вісник Ужгородського Національного Університету, Вип. 75 Ч.2,2023 С. 158-162.

Саме тому в сучасних умовах питання цифрової безпеки, застосування спеціальних програмно-апаратних засобів захисту інформації, а також розвиток методик техніко-криміналістичної верифікації електронних доказів набувають першорядного значення для забезпечення принципів об'єктивності та неупередженості судового розслідування.

У кримінальному процесі, особливо під час проведення переговорів у конфліктних ситуаціях, сторони часто вдаються до стратегій, що включають дезінформацію чи маніпулятивні тактики. За даними досліджень, до найбільш поширених форм маніпулятивної поведінки належать навмисне перебільшення фактів, часткове замовчування ключової інформації, а також емоційні провокації, спрямовані на виведення опонента з психологічної рівноваги.

Для протидії цим явищам криміналістика розробила низку спеціальних тактик і методик. Їхній арсенал починається від класичних методів перевірки консистентності (логічної неузгодженості) показань, які виявляють суперечності в розповіді, і простягається до сучасних методів аналізу цифрових слідів. Останні передбачають дослідження активності особи в соціальних мережах, електронної кореспонденції та інших даних, які можуть об'єктивно спростувати або підтвердити надані відомості, виявляючи розбіжності між заявами та цифровими доказами.

Сучасна парадигма кримінального провадження в Україні зазнає суттєвих змін, зумовлених потребою поєднання класичних інститутів із новітніми комунікаційними та цифровими технологіями. Аналіз показав, що традиційні слідчі дії, такі як допит, набувають нового змісту в контексті методів, орієнтованих на співпрацю. Ефективність інтерв'ювання визначається не стільки силовими методами, скільки вмінням встановити психологічний контакт, використовувати відкриті запитання та враховувати когнітивні особливості особи. Важливим інструментом у цьому процесі виступає аналіз невербальної комунікації, який, однак, потребує надзвичайно обережного та професійного застосування через відсутність універсальних маркерів брехні.

Паралельно відбувається інституційне впровадження альтернативних методів вирішення конфліктів, зокрема медіації. Цей механізм розглядається не лише як спосіб розвантаження судової системи, але й як інструмент відновної справедливості. Проте його повноцінна інтеграція у кримінальний процес вимагає подальшого розвитку процесуальних гарантій, що забезпечать реальний захист прав учасників та дотримання публічно-правових інтересів.

Окремої уваги заслуговує виклик, пов'язаний із цифровізацією кримінального провадження. Незважаючи на наявність правових підстав для використання дистанційних технологій, активне їх застосування породжує серйозні ризики щодо автентичності та

цілісності доказів. Можливість маніпуляцій із цифровими записами обумовлює необхідність пріоритетного розвитку криміналістичних методик їх верифікації та захисту. Ця потреба посилюється у світлі поширення маніпулятивних тактик і дезінформації під час конфліктних взаємодій, для виявлення яких все частіше потрібне комплексне застосування традиційних методів аналізу показань із сучасними технологіями відстеження цифрових слідів.

Таким чином, подальший розвиток кримінального процесу України має ґрунтуватися на збалансованому поєднанні трьох ключових елементів: впровадження сучасних комунікаційних методик, правової оптимізації альтернативних процедур та створення надійної системи забезпечення цифрової безпеки доказів. Саме цей комплексний підхід дозволить забезпечити ефективність, справедливість та відповідність сучасним викликам кримінального правосуддя.

Список використаних джерел

Гарасимів О.І., Марко С.І Ряшко О.В., Цифрові докази: деякі проблемні питання щодо їх поняття та використання у кримінальному судочинстві. Науковий вісник Ужгородського Національного Університету, Вип. 75 Ч.2,2023 С. 158-162

Кримінальний процесуальний кодекс України : Закон України від 13 квіт. 2012 р. № 4651-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4651-17.

Криміналістика: Підручник / Кол. авт.: В. Ю. Шепітько, В. О. Коновалова, В. А. Журавель та ін. / За ред. проф. В. Ю. Шепітька. 4-е вид., перероб. і доп. Х.: Право, 2008. 464 с

Макарова О.П. Тактика залучення спеціаліста до допиту. *Архів кримінології та судових наук* 2024№. 1 (9) 2024. 202 с. з іл. С.136-146

Науково-технічне забезпечення слідчої діяльності в умовах змагального кримінального провадження : монографія : електрон. наук. вид. / [В. Ю. Шепітько, В. О. Коновалова, В. М. Шевчук та ін.] ; за заг. ред. В. Ю. Шепітька ; Нац. акад. прав. наук України, НДІ вивч. проблем злочинності ім. акад. В. В. Сташиса. Харків : Право, 2021. 248с.

Переговори і медіація у кримінальному провадженні : навч. посібник / [І. В. Гловюк, А. В. Лапкін, М. Р. Мазур, В. Т. Нор, О. О. Торбас, А. Р. Туманянц, Т. А. Цувіна] ; за ред. д-ра юрид. наук, проф. Василя Нора, канд. юрид. наук, доц. Марти Мазур. – Електрон. вид. – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. 328 с. (Удосконалення магістерської програми з кримінальної юстиції). (Розділ 2, підрозділ 2.6; Розділ 3, підрозділ 3.4) С. 128-144, 205-220.

Про затвердження Інструкції з організації взаємодії органів досудового розслідування з іншими органами та підрозділами Національної поліції України в запобіганні кримінальним

правопорушенням, їх виявленні та розслідуванні Наказ МВС від від 07.07.2017 № 575 https://ips.ligazakon.net/document/RE30805

Посібник з особливостей проведення процесуального інтерв'ю в рамках кримінального розслідування https://www.undp.org/uk/ukraine/publications/posibnyk-z-osoblyvostey-provedennya-protsesualnoho-intervyu-v-ramkakh-kryminalnoho-rozsliduvannya

Трансформація завдань криміналістики в умовах воєнного Т65 стану та євроінтеграційних процесів: зб. матеріалів наук.-практ. конф. присвяч. пам'яті д-ра юрид. наук, проф. В.О. Коновалової, м. Харків, 28 берез. 2024 р./ [редкол.: А. П. Гетьман, В. М. Шевчук, Є. Є. Демидова] ; Нац. юрид. ун-т ім. Ярослава Мудрого, Каф. криміналістики ; Нац. акад. прав. наук України ; НДІ вивч. проблем злочинності ім. акад. В. В. Сташиса Нац. акад. прав. наук України. Харків : Право, 2024. 148 с.;

Communicative Competence of Law Enforcement Officers Fedorenko, Miloradova, Kharchenko, Dotsenko, Makarova, Chervonyi & Makarenko Brazilian Journal of Education, Technology and Society (BRAJETS) Br. J. Ed., Tech. Soc., v.16, Apr-Jun, n.2, p.349-360, 2023

http://dx.doi.org/10.14571/brajets.v16.n2.2023

Abstract

The article examines current trends in the development of communicative processes in criminal proceedings in Ukraine. It is found that traditional investigative actions, in particular interrogation, are undergoing transformation through the transition to methods focused on cooperation, building trust and the use of psychologically sound interviewing techniques. Special attention is paid to the analysis of non-verbal behavior as an important, but requiring careful interpretation, tool for assessing the reliability of testimony.

In the context of alternative conflict resolution, the potential of the institution of mediation for relieving the burden on the judicial system and achieving restorative justice is analyzed. At the same time, it is established that the effective integration of mediation requires further improvement of procedural guarantees for the protection of the rights of participants.

The challenges associated with the digitalization of the criminal process are outlined, in particular the risks of manipulation of digital records during remote investigative actions. The need to develop forensic verification methods and ensure the integrity of electronic evidence is substantiated.

The forensic aspects of countering manipulative tactics and disinformation during negotiations and investigative actions, which require the comprehensive use of analysis of the logical consistency of testimony, non-verbal signals, and digital traces, are also considered.

Автор

Олена Макарова – кандидат психологічних наук, доцент кафедри криміналістики та судової експертології Харківського національного університету внутрішніх справ. Вона є автором понад 100 наукових публікацій, опублікованих у фахових виданнях України, Норвегії, Польщі, Казахстану та Литви, та взяла участь у 64 міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях.

У своїй професійній діяльності вона є тренером у низці проектів, спрямованих на розвиток потенціалу поліції, забезпечення прав дітей, взаємодію поліції з громадою, підготовку поліцейських до забезпечення безпеки дітей у кіберпросторі, а також надання психологічного супроводу в екстремальних ситуаціях.

Олена Макарова є членом Національної психологічної асоціації та Всеукраїнської громадської організації «Український центр психології безпеки». Вона активно займається науково-педагогічною діяльністю, розробляє та викладає навчально-методичні матеріали з таких дисциплін, як «Торгівля людьми», «Криміналістика» та «Судова експертиза у кримінальному провадженні», які викладаються майбутнім поліцейським. Є автором наукових статей, навчальних посібників та монографій, розробляє та проводить інтерактивні заняття для підвищення ефективності роботи поліцейських.

PART III

Digital Technologies and Artificial Intelligence in Education: Innovations and Perspectives

Danylyuk I.V.
PhD in Economics, Associate Professor,
Department of Economic Cybernetics and Informatics,
West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-5090-0926

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A CATALYST FOR EDUCATIONAL TRANSFORMATION

Problem statement. Contemporary education is undergoing a profound stage of digital transformation. This shift is driven by the rapid development of information and communication technologies, globalization processes, and the urgent need to prepare professionals for work in a digital economy. The integration of digital technologies into education ensures a new level of knowledge accessibility, a personalized approach to learning, and the incorporation of educational environments into the global information space.

Review of recent research and publications. The implementation and use of artificial intelligence (AI) technologies in education have been examined from multiple perspectives: clarifying their application by stakeholders in the educational process [1]; addressing ethical considerations[2]; and analyzing the advantages and limitations of tools such as ChatGPT in teaching and learning[3]. These issues have been explored by numerous scholars in Ukraine[4] as well as internationally[5]. In this study, we aim to examine the use of AI tools in education through the lens of legality, necessity, and innovativeness, while considering questions of academic integrity and ethics, and highlighting the benefits and drawbacks of these modern digital instruments[6].

Purpose of the article. The aim of this article is to analyze leading educational technologies in the context of current trends and directions in the development of the information society.

---

[1] Bubnov, I. V. Opportunities and Risks of Using Artificial Intelligence in the Educational Sphere of Modern Ukraine. Abstracts of XI International Scientific and Practical Conference, Florence, Italy, November 27–29, 285–290, 2023. URL: https://eu-conf.com/ua/events/the-latest-information-and-communicationtechnologies-in-education

[2] Foltynek T., Bjelobaba S., Glendinning I. (2023). ENAI Recommendations on the ethical use of Artificial Intelligence in Education. Int J Educ Integr. 2023. № 19(12). DOI: https://doi.org/10.1007/s40979-023-00133-4

[3] Bubnov, I. V. Opportunities and Risks of Using Artificial Intelligence in the Educational Sphere of Modern Ukraine. Abstracts of XI International Scientific and Practical Conference, Florence, Italy, November 27–29, 285–290, 2023. URL: https://eu-conf.com/ua/events/the-latest-information-and-communicationtechnologies-in-education

[4]Baidoo-Anu, D., & Owusu Ansah, L. (2023). Education in the Era of Generative Artificial Intelligence (AI): Understanding the Potential Benefits of ChatGPT in Promoting Teaching and Learning. Journal of AI, 7(1), 52–62. https://doi.org/10.61969/jai.1337500

[5] Gentile, M., Città, G., Marfisi-Schottman, I., Dignum, F., & Allegra, M. (2023). Editorial: Artificial Intelligence for Education. Frontiers in Education, 8. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1276546

[6] Semenenko Y, Bashutska O, Danyliuk I, Ivanitskyi N. Modern Digital and Information Technologies in the Educational Environment. *"National Interests of Ukraine":* Scientific and Practical Journal. 2025. No. 8(13), pp. 685–696. https://orcid.org/0000-0002-5090-0926

Presentation of the main research material. Digital technologies in education represent a set of innovative tools and services based on information technologies that ensure automation, interactivity, and personalization in learning. A classification of the main groups of information technologies is presented in Table 1.

Table 1

Types of information technologies and their characteristics

Type of IT	Description
Information and communication technologies (ICT)	Multimedia resources, online courses, video conferencing
Cloud technologies	Data storage, collaborative work with educational materials
Mobile technologies	Applications for distance learning, mobile testing platforms
Virtual and augmented reality (VR/AR)	Creation of virtual laboratories, interactive simulations
Adaptive learning systems based on AI	Personalization of the educational trajectory
Learning analytics	Tracking student progress, predicting learning outcomes

Digital transformation in education entails not only technical modernization of the learning environment but also profound changes in pedagogical approaches, teaching methodologies, and the organization of the educational process. The adoption of digital platforms, cloud services, artificial intelligence (AI), learning management systems (LMS), and educational data analytics contribute to the creation of an intelligent educational ecosystem focused on learners' needs. This approach enables flexible curriculum adaptation, the development of individualized learning trajectories, and enhanced communication efficiency among participants in the educational process.

Digital transformation in education entails not only the technical modernization of the learning environment but also substantial changes in pedagogical approaches, teaching methodologies, and the organization of the educational process. The integration of digital platforms, cloud services, artificial intelligence (AI), learning management systems (LMS), and educational data analytics fosters the development of an intelligent educational ecosystem oriented toward learners' needs. This, in turn, enables flexible curriculum adaptation, the design of individualized learning trajectories, and improved communication efficiency among participants in the educational process.

Moreover, the process of digitalization in education acts as a catalyst for the integration of interdisciplinary knowledge, promotes the development of digital competencies, and fosters the readiness of future professionals for effective work in an information-driven society.

In the context of educational digitalization, ensuring quality becomes particularly significant, as the effective use of technologies must be grounded in scientifically validated pedagogical strategies, aligned with regulatory frameworks and supported by systems of internal and external quality assurance.

Thus, digital technologies in education have evolved beyond mere tools for modernization; they now represent a fundamental transformation of the content, forms, and outcomes of the educational process, shaping the trajectory of educational systems in the 21st century.

Digital technologies not only contribute to the modernization of the learning process by improving its quality and effectiveness, but also enable the creation of creative visual content, the delivery of interactive lessons, the establishment of effective feedback mechanisms, and active interaction between teachers and students as well as among students themselves.

Artificial intelligence (AI) is profoundly reshaping the educational sphere, offering vast opportunities to enhance learning processes. Its tools enable educators to streamline workflows, create meaningful and dynamic instructional materials, and foster active interaction among participants in the educational process. However, the effective realization of AI's potential requires not only solid theoretical knowledge but also practical experience in implementation. Figure 1 illustrates several digital tools that can be utilized by both teachers and students. The following sections will examine the most popular online platforms applicable in the educational context.



Figure 1. *Models and types of artificial intelligence*

Canva – a modern online platform that enables the creation of a wide range of graphic products, from minimalist visual elements to complex presentations (Figure 2).

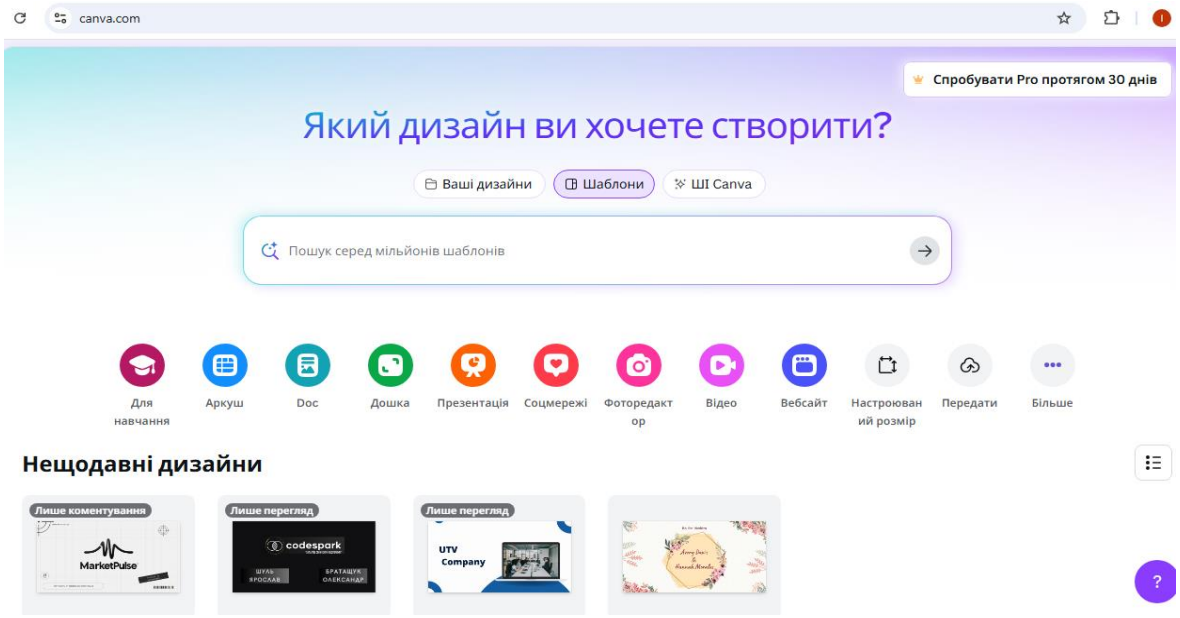


Figure 2. *Canva – a modern online platform*

Its functionality includes an extensive collection of templates, images, fonts, and illustrations, which in turn allows users to quickly implement creative ideas without significant time or effort.

The simplicity of the interface makes the service accessible to ordinary users without design experience, allowing them to focus on content rather than technical details. Consequently, Canva has gained significant popularity in educational settings, as it facilitates the creation of original learning resources and fosters creativity in classroom activities.

The next digital tool is Figma (Figure 3).



Figure 3. *Online editor for designing websites, interfaces, and mobile applications*

The modern information space is increasingly oriented toward visual content – concise videos and graphics. Research demonstrates that students perceive and retain information more effectively when it is presented in a graphical format. Therefore, the use of this tool in the educational process is highly appropriate. The introduction of new terms can be accompanied by illustrations, and any messages can be enhanced with photographs and visual materials, which, in turn, facilitates rapid comprehension and increases engagement. To implement this approach, it is advisable to use online services for creating visual content. One of the most functional tools is Figma, which enables users without professional design training to develop stylish and high-quality graphic materials.

Google services encompass a wide range of digital tools within a cloud-based ecosystem that can support both instructional and administrative activities in educational institutions. The platform is designed to promote collaboration, mobility, and accessibility of learning content, which, in turn, makes it an effective instrument for advancing the digitalization of education.

The advantages of using Google services in the educational process lie in their accessibility and cost-free nature. A key benefit is the integrated ecosystem, which significantly simplifies course management. These services offer extensive opportunities for collaborative work, allowing simultaneous document editing, modifications to presentations and spreadsheets, commenting, and tracking revision history. Furthermore, they enhance interactivity in learning through online surveys and quizzes in Google Forms, as well as video conferencing and remote sessions. Google tools ensure effective organization of the educational process by enabling lesson planning via Google Calendar, systematic storage of learning materials in Google Drive, and the use of Google Classroom as an electronic gradebook and task management environment.

Google services can be regarded as a powerful and versatile platform for use in the educational process. It combines accessibility, convenience, and integration, creating conditions for a modern learning environment focused on collaboration and mobility; however, it requires technical preparedness on the part of participants in the educational process.

The online platform Gamma also leverages the capabilities of artificial intelligence to create presentations, websites, and graphics. It allows users to input ideas, information, and topics, while the system automatically generates the structure, design, templates, styles, and layouts based on predefined patterns or a selected style.

The Gamma platform offers numerous advantages for educational use, including: the ability to create high-quality presentations using AI tools without requiring specialized knowledge in graphics or design; support for interactivity and multimedia by enabling the inclusion of videos, images, and embedded elements, making materials more engaging and dynamic; facilitation of communication between teachers and students through collaborative editing of presentations and content; provision

of a wide range of export formats and options for online publication; and promotion of creativity and visual literacy by teaching users to work with visual materials and produce structured, aesthetically designed educational content.

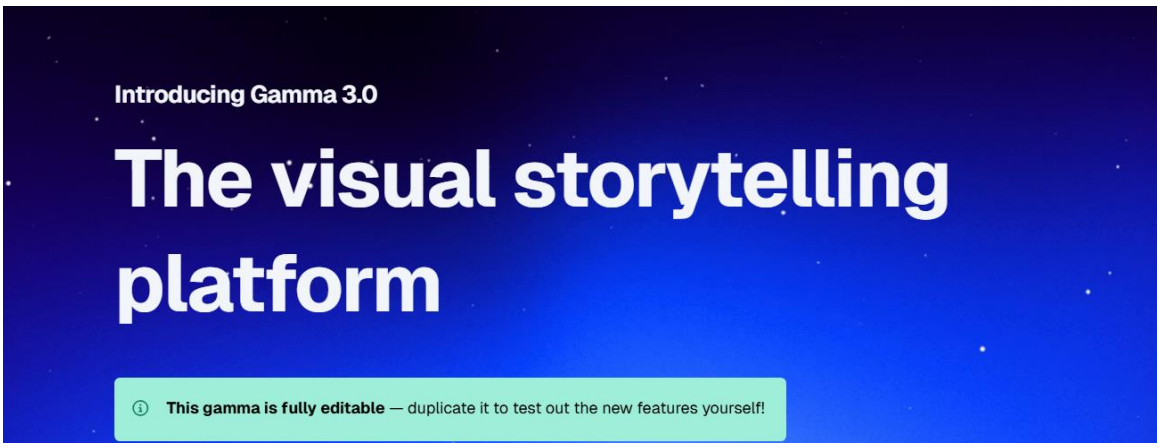


Figure 4. *Gamma as a tool for creating educational content*

The intelligent language model ChatGPT has gained extraordinary popularity in terms of its application. It was developed by the company OpenAI and operates using deep learning algorithms. This model is generating text, answering questions, providing advice, explaining complex topics, analyzing information, and assisting in the creation of educational materials. Due to its ability to engage in interactive dialogue, ChatGPT can serve as a virtual assistant for both educators and students.

Let us highlight the positive features of ChatGPT: it is accessible and versatile, as it operates online without requiring complex equipment and can function on various devices. It supports learning by explaining complex topics in simple terms, solving tasks, tests, and examples, preparing summaries, and adapting to the user's level of knowledge (whether a teacher or a student). It promotes learning and creative thinking, creates conditions for interactivity by enabling dialog-based learning, generates didactic materials, and automates routine tasks related to content preparation.

Thus, in a broader sense, artificial intelligence emerges as an interdisciplinary domain that integrates achievements from computer science, psychology, mathematics, linguistics, and other disciplines. Its primary objective is the development of intelligent systems that are capable of learning, adapting to changing conditions, and making decisions through the processing of large volumes of data.

Of course, artificial intelligence cannot be considered a single technology; rather, it encompasses a wide range of approaches and methods such as machine learning, natural language processing, computer vision, expert systems, and more. Each of these areas has its own characteristics and fields of application. Nevertheless, they are all oriented towards the creation of intelligent systems.

Another effective auxiliary digital tool in the student learning process can be the Pinterest platform, which is oriented toward visual content (Figure 5).

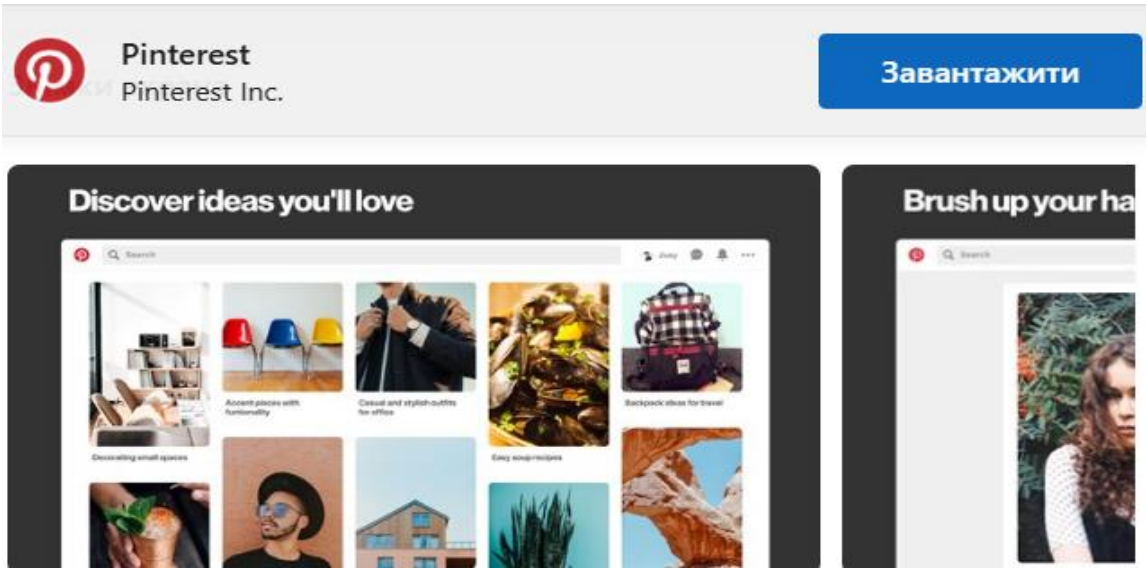


Figure 5. *Pinterest as a tool for visualization and knowledge organization*

Pinterest allows users to create thematic collections of educational materials grouped into "boards," which facilitates the systematization of knowledge and its visual presentation. One of the advantages of using Pinterest in the educational process is the organization of collaborative student work, where students can supplement collections with their own materials, use them as resources for visualization, and for idea generation and the development of creative solutions.

The key advantages of using this platform include the development of visual thinking among students, as well as increased motivation through creativity and interactivity, mobile access to educational courses, and an interdisciplinary approach to presenting knowledge. Therefore, Pinterest can also be used as an additional tool to support the educational process, ensuring the integration of traditional and digital teaching methods.

The next international and interactive online platform – Genially (Figure 6) – is designed for creating various educational materials such as presentations, infographics, interactive posters, quizzes, and more. A distinctive feature of the platform is its combination of visual appeal and interactivity, which allows the educational process to be organized in a more dynamic and effective manner, and, of course, motivates students.

The platform is used for visualizing complex concepts, organizing independent student work, conducting training sessions, and creating interactive educational courses. It is also applied in distance learning, enabling final assessments through interactive test tasks and various game-based formats. By using the Genially online platform, educators can combine textual, graphical, and multimedia

materials to create engaging, comprehensive educational products, thereby enhancing the quality of knowledge acquisition.

Thus, the use of Genially can have a positive impact on the organization of the educational process by fostering the development of students' visual and critical thinking, enhancing the platform's mobility and accessibility, and increasing motivation through interactivity and gamification.

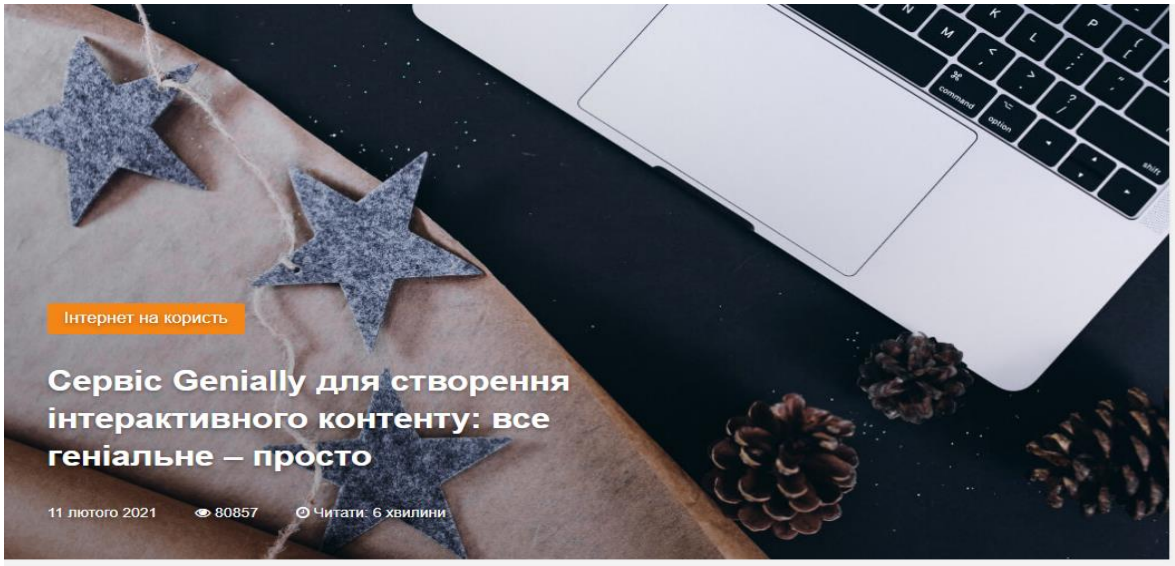


Figure 6. *Genially as a tool for interactive learning*

Let us consider another interesting visual online platform – Trello – for use in the educational process as one of the tools of the digital environment (Figure 7).

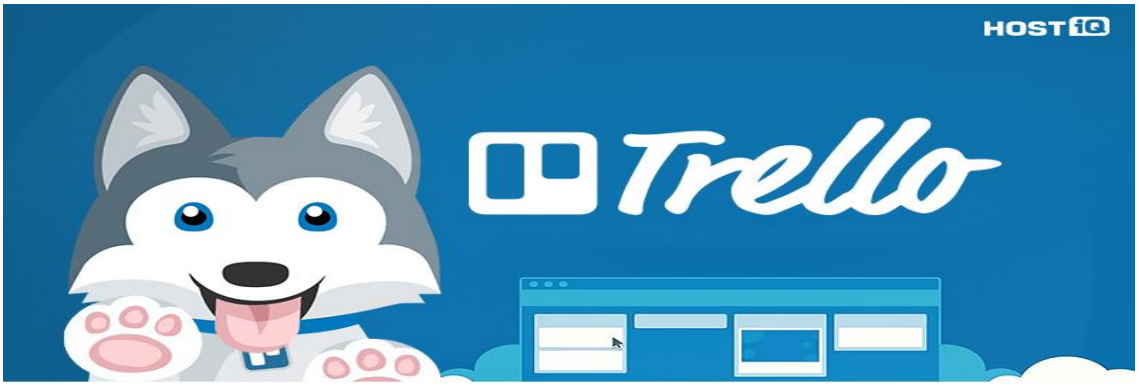


Figure 7. *Using the trello platform in the educational process*

Trello is a free, multi-platform project management system that uses the "Kanban" method (translated from Japanese as "signboard" or "billboard"). In the educational process, the platform is particularly interesting because it can be used for planning the learning process, coordinating group tasks, and monitoring the completion of individual and independent student assignments, training

sessions, and collaborative projects. Thanks to its visual representation of tasks, Trello promotes transparency and structure in the educational process.

A distinctive feature of this platform is the creation of interactive boards for various academic subjects or topics, where students can track their actions, receive feedback from instructors, and interact with one another. This enhances the level of organization, promotes the development of teamwork skills, and fosters critical thinking.

The main advantages of Trello include flexibility in planning educational tasks, integration with other digital services, convenience in tracking progress, as well as fostering self-organization and the development of time management competencies. It is a highly effective digital tool for supporting project-based and collaborative learning.

Of course, we have not covered all the digital platforms used in the educational process, as their number continues to grow daily. However, it is evident that the use of these platforms leads to positive changes in the Ukrainian education system.

Despite the significant advantages of digital technologies in the field of education, their implementation is accompanied by a number of problems and challenges that require comprehensive scientific understanding and practical solutions.

First and foremost, there is the issue of digital inequality, which manifests in unequal access to technical resources and quality internet connectivity across different regions (this is especially evident today during wartime), educational institutions, and social groups. This situation limits opportunities for certain categories of learners and deepens socio-educational differentiation.

Another challenge is ensuring information security and the protection of personal data. The widespread use of online platforms and digital services requires the creation of reliable cybersecurity systems, as educational institutions become vulnerable to potential cyber threats.

Attention should be paid to the ethical aspect of education digitalization. It is necessary to maintain a certain balance between the use of information technologies, artificial intelligence algorithms, and the preservation of the humanistic foundations of the educational process. Excessive technocratization should be avoided, as it may diminish the importance of interpersonal interaction and the role of the educator.

Another challenge in applying digital technologies in education is the training of teaching staff. An educator’s task is not only to master digital tools but also to be able to integrate them into teaching methodology while maintaining the quality and academic value of the educational process.

Academic integrity must not be overlooked in the context of using information technologies in education. Knowledge assessment through digital tools and easy access to information require new approaches to evaluating learning outcomes and preventing academic plagiarism.

Digital transformation in education, alongside its vast new opportunities, also brings a range of challenges. Overcoming these requires interdisciplinary research, improvement and renewal of educational policy, and the development of modern strategies for advancing educational systems.

Nevertheless, the future of education is inextricably linked to the continued enhancement and implementation of digital technologies, which define new trends in the development of the educational space.

One of the key prospects is the development of personalized learning based on intelligent educational systems that can adapt the presentation and content of materials to the individual characteristics, knowledge level, and learning style of the student. This, in turn, will enhance the effectiveness of the educational process and foster motivation for learning.

Digital tools such as artificial intelligence, augmented reality (AR), and virtual reality (VR) are gaining popularity. These technologies enable the creation of interactive educational environments, support practice-oriented learning, and allow for the modeling of complex processes. They open up significant opportunities for the development of critical thinking, innovation, and creativity among students.

The concept of open education holds significant importance. It is based on the dissemination of massive open online courses (MOOCs), educational resources, and various learning platforms. This creates conditions for academic mobility, integration into the global educational space, and the formation of international educational communities.

The development of digital competencies is another essential requirement of modern education and a fundamental component of professional training for future specialists. Skills in effectively using digital tools, processing large datasets, and adhering to principles of digital security and ethics are now key conditions for competitiveness in today’s labor market.

One of the promising directions is the integration of education with science and business through digital collaboration platforms. This, in turn, will enhance the innovative potential of educational institutions and ensure a practical orientation in learning.

Conclusion. Thus, the prospects for the development of digital education are shaping a new learning paradigm, where the main focus is on the learner – an active participant in the educational process. Digital technologies serve as a key tool in forming modern knowledge, value orientations, and competencies necessary for successful professional and life activities in a globalized information society.

References

Bubnov, I. V. Opportunities and Risks of Using Artificial Intelligence in the Educational Sphere of Modern Ukraine. Abstracts of XI International Scientific and Practical Conference, Florence, Italy,

November 27–29, 285–290, 2023. URL: https://eu-conf.com/ua/events/the-latest-information-and-communicationtechnologies-in-education

Foltynek T., Bjelobaba S., Glendinning I. (2023). ENAI Recommendations on the ethical use of Artificial Intelligence in Education. Int J Educ Integr. 2023. № 19(12). DOI: https://doi.org/10.1007/s40979-023-00133-4

Bubnov, I. V. Opportunities and Risks of Using Artificial Intelligence in the Educational Sphere of Modern Ukraine. Abstracts of XI International Scientific and Practical Conference, Florence, Italy, November 27–29, 285–290, 2023. URL: https://eu-conf.com/ua/events/the-latest-information-and-communicationtechnologies-in-education

Baidoo-Anu, D., & Owusu Ansah, L. (2023). Education in the Era of Generative Artificial Intelligence (AI): Understanding the Potential Benefits of ChatGPT in Promoting Teaching and Learning. Journal of AI, 7(1), 52–62. https://doi.org/10.61969/jai.1337500

Gentile, M., Città, G., Marfisi-Schottman, I., Dignum, F., & Allegra, M. (2023). Editorial: Artificial Intelligence for Education. Frontiers in Education, 8. https://doi.org/10.3389/-feduc.2023.1276546

Semenenko Y, Bashutska O, Danyliuk I, Ivanitskyi N. Modern Digital and Information Technologies in the Educational Environment. *"National Interests of Ukraine":* Scientific and Practical Journal. 2025. No. 8(13), pp. 685–696. https://orcid.org/0000-0002-5090-0926

Androshchuk, A. H., & Malyuha, O. S. (2024). Use of Artificial Intelligence in Higher Education: State and Trends. International Science Journal of Education and Linguistics, 3(2), 27–35.

V. Bakhrushin. What Is Missing in the Concept of AI Development in Ukraine. Retrieved from: https://zn.ua/ukr/EDUCATION/shtuchniy-intelekt-i-osvita-350946_.html

Gurmaza, V. Modern Information Technologies for Training Future Specialists [Electronic resource]. Available at: http://intkonf.org/gurmaza-vv-suchasni-informatsiyni-tehnologiyipidgotov-ki-maybutnih-fahivtsiv/

Gurevych, R. S., Konoshevskyi, L. L., Konoshevskyi, O. L., Voievoda, A. L., & Liulchak, S. Yu. (2024). Integration of Artificial Intelligence into Education: Problems, Challenges, Threats, Prospects. Modern Information Technologies and Innovative Teaching Methods in Specialist Training: Methodology, Theory, Experience, Problems, 72, 171–186. https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-72-170-186

Cabinet of Ministers of Ukraine. (2020, December 2). On Approval of the Concept of AI Development in Ukraine: Resolution No. 1556-r. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-%D1%80#Text

Marienko, M., & Kovalenko, V. (2023). Artificial Intelligence and Open Science in Education. Physics and Mathematics Education, 1(38), 48–53. https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023 038-1-007

New Technologies in Online Learning. Retrieved from: https://recont.org/4-primera-ispolzovanija iskusstvennogointellekta-v-onlajn-obuchenii/

Palamar, S., & Naumenko, M. (2024). Artificial Intelligence in Education: Use Without Violating Academic Integrity Principles. Educational Discourse, 1(44), 68–83. https://doi.org/-10.28925/2312-5829.2024.15

Crompton, H., Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: the state of field. Int J Educ Technol High Educ 20, 22. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8

Foltynek T., Bjelobaba S., Glendinning I. (2023). ENAI Recommendations on the ethical use of Artificial Intelligence in Education. Int J Educ Integr. 2023. № 19(12). DOI: https://doi.org/10.1007/s40979-023-00133-4

Khan, B., Fatima, H., Qureshi, A., Kumar, S., Hanan, A., Hussain, J., & Abdullah, S. (2023). Drawbacks of artifcial intelligence and their potential solutions in the healthcare sector. Biomedical Materials & Devices, 8. https://doi.org/10.1007/s44174-023-00063-2

Abstract

Modern education is undergoing digital transformation driven by the development of information and communication technologies, globalization, and the need to prepare professionals for work in such conditions. The use of digital tools ensures a new level of knowledge accessibility, personalized learning, and integration of the educational information space into the global information context. Digitalization encompasses not only technical upgrades but also the transformation of pedagogical methods, the creation of an intelligent educational environment focused on the individual needs of learners. The use of cloud services, platforms, artificial intelligence (AI), and learning management systems contributes to flexible planning of educational trajectories, development of digital competencies, and interactive interaction between teachers and students.

At the same time, the implementation process is accompanied by certain challenges, including digital inequality, ethical issues, cybersecurity concerns, teacher training, and ensuring academic integrity. The prospects for education development are linked to personalized learning, integration of VR/AR, artificial intelligence (AI), the concept of open education, and interdisciplinary research. In the new paradigm, the main focus is on the learner as an active participant in the educational process, while digital technologies serve as key tools for shaping 21st century knowledge and competencies.

Streszczenie

Współczesna edukacja znajduje się w fazie transformacji cyfrowej, napędzanej rozwojem technologii informacyjno-komunikacyjnych, globalizacją oraz koniecznością przygotowania specjalistów do pracy w takich warunkach. Wykorzystanie narzędzi cyfrowych zapewnia nowy poziom dostępności wiedzy, personalizacji nauczania oraz integracji przestrzeni edukacyjnej z globalnym kontekstem informacyjnym. Cyfryzacja obejmuje nie tylko modernizację techniczną, ale także transformację metod pedagogicznych, tworzenie inteligentnego środowiska edukacyjnego skoncentrowanego na indywidualnych potrzebach uczących się. Zastosowanie usług chmurowych, platform, sztucznej inteligencji (AI) oraz systemów zarządzania nauczaniem sprzyja elastycznemu planowaniu ścieżek edukacyjnych, rozwojowi kompetencji cyfrowych oraz interaktywnej współpracy między wykładowcą a studentem.

Jednocześnie proces wdrażania wiąże się z pewnymi wyzwaniami, takimi jak nierówność cyfrowa, kwestie etyczne, bezpieczeństwo cybernetyczne, przygotowanie kadry pedagogicznej oraz zapewnienie uczciwości akademickiej. Perspektywy rozwoju edukacji związane są z nauczaniem spersonalizowanym, integracją VR/AR, sztucznej inteligencji (AI), koncepcją edukacji otwartej oraz badaniami interdyscyplinarnymi. W nowej paradygmacie główna uwaga skupia się na uczącym się jako aktywnym uczestniku procesu edukacyjnego, podczas gdy technologie cyfrowe pełnią rolę kluczowego narzędzia w kształtowaniu wiedzy i kompetencji XXI wieku.

Author

Iryna Danylyuk is a PhD in Economics and an Associate Professor at the Department of Economic Cybernetics and Informatics of West Ukrainian National University (Ternopil, Ukraine). Her academic and professional activity focuses on economic cybernetics, information systems and technologies in management and business, decision-making systems, and the digitalization and automation of economic processes. She combines teaching with active research and has a number of scientific publications in the field of economics and applied information systems.

Tomasz Jakubiak,
The Catholic Academy in Warsaw
ORCID ID: 0000-0003-4781-686X

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DIOCESAN CURIA: CONDITIONS AND REQUIREMENTS NOT REGULATED BY LAW FOR RESPONSIBLE IMPLEMENTATION[1]

Introduction

You don't need to conduct a scientific research project to notice that artificial intelligence is in general use in the workplace and in private life. Numerous publications have drawn attention to the advantages of implementing AI in professional environments; neither has there been a dearth of papers warning of potential dangers associated with this. In my study on the areas in which AI could be applied in a diocesan curia, I found that there is a need to identify factors which are not regulated by legal provisions that should be considered in the implementation of AI systems in curial institutions. Hence, I formulated a working hypothesis on the existence of a set of extralegal conditions that define the limits for the admissibility of using AI in a diocesan curia. To verify my hypothesis, I used a compound methodology involving an analytical and critical, a dogmatic and legal, and a hermeneutic approach, as well as normative and axiological analysis. My research was interdisciplinary.

Before I present my results, it will be helpful to define the concept of "the diocesan curia." The Church's legislative authority discusses this in Cann. 489 to 494 CIC.[2] Can. 469 gives the following definition: "The diocesan curia consists of those institutions and persons which assist the bishop in the governance of the whole diocese, especially in guiding pastoral action, in caring for the administration of the diocese, and in exercising judicial power."

The Theological and Anthropological Perspective

The first thing we should consider if we want to introduce AI in the work of a curia are the anthropological and ethical implications of such a decision. Purely economic prospects cannot be the only criterion we take into account, which means that the AI installed is to serve human advancement

[1] This article is the outcome of my academic research internship at the Faculty of Canon Law, Pontifical Gregorian University in Rome, under the supervision of Rev. Janusz Piotr Kowal, SJ, Full Professor of the Faculty. English translation by Teresa Bałuk-Ulewiczowa.
[2] CIC – abbr. of *Codex Iuris Canonici auctoritate Ioannis Pauli PP. II promulgatus*, 25.01.1983, *Aacta Apostolicae Sedis* 75 (1983), Pars II, pp. 1-317; English translation: *Code of Canon Law. Latin– English Edition. New English Translation*, Washington: Canon Law Society of America, 1999.

and the common good.[3] By "common good" I mean "those conditions of social life under which men enjoy the possibility of achieving their own perfection."[4] Genuine development cannot be restricted simply to economic growth but instead should take a comprehensive form, contributing to the development of each man and of the whole man,[5] with respect for his profoundest needs. It should be accomplished within a framework of solidarity and freedom, taking into account the order of truth and good proper to the human person.[6] The central role which must be accorded to the human person in the design and application of AI systems is a point the EU group of experts has given special stress in its ethics guidelines for trustworthy AI.[7]

Decisions regarding a choice of AI models for church institutions should consider the nature of the Church as a divine and human reality rooted in the relationship between the Persons of the Holy Trinity.[8] This is why the Church was founded to serve as a sign and instrument of intimate union with God and of the unity of all the human race.[9] Hence, the technological progress which may be achieved in the Church's administrative activities must be focused on strengthening unity and communion. A diocesan curia that opts for AI may not submit to the temptation to use it to replace human decisions and acts whenever human attendance and intervention is necessary on the grounds of Divine precept and Church law. Even the most advanced AI is still but a technological tool, able to assist in decision-making, but incapable of participating in the personal relationship required by the Church's communion. In the spirit of Pope Francis' appeal for "a culture of encounter," we must observe that the use of AI in the Church may not lead to the distancing off, dehumanization, or automatization of pastoral relations.[10] Instead, AI should be a tool which releases and enables the

[3] Dicastery for the Doctrine of the Faith, and Dicastery for Culture and Education, Note on the Relationship Between Artificial Intelligence and Human Intelligence *Antiqua et Nova*, no. 4-6, 28.01.2025, online at https://www.vatican.va/roman_curia/congregations/cfaith/documents/rc_ddf_doc_20250128_antiqua-et-nova_en.html (accessed 13 Dec. 2025) – hereinafter *Note*.
[4] Second Vatican Council, Declaration On Religious Freedom *Dignitatis Humanae*, no. 6, 07.12.1965, online at https://www.vatican.va/archive/hist_councils/ii_vatican_council/documents/vat-ii_decl_19651207_dignitatis-humanae_en.html (accessed 13 Dec. 2025).
[5] Paulus VI, Litterae encyclicae de populorum progressione promovenda *Populorum progressio*, no. 14, 26.03.1967, *Aacta Apostolicae Sedis* 59 (1967), p. 264.
[6] Ioannes Paulus II, Litterae encyclicae vicesimo expleto anno ab editis litteris encyclicis a verbis "Populorum progressio" incipientibus *Sollicitudo rei socialis*, no. 33, 30.12.1987, *Aacta Apostolicae Sedis* 80 (1988), p. 559.
[7] The High-Level Expert Group on AI presented Ethics Guidelines for Trustworthy Artificial Intelligence, *Ethics guidelines for trustworthy AI*, European Commission, Brussels, Document made public on 8 April 2019, no. 10.
[8] Concilium Vaticanum Secundum, Constitutio Dogmatica de Ecclesia *Lumen gentium*, no. 8, 21.11.1964, *Aacta Apostolicae Sedis* 57 (1965), pp. 11-12.
[9] John Paul II, Post-Synodal Apostolic Exhortation *Christifideles Laici* on the Vocation and the Mission of the Lay Faithful in the Church and in the World, no. 19, 30.12.1983, online at https://www.vatican.va/content/john-paul-ii/en/apost_exhortations/documents/hf_jp-ii_exh_30121988_christifideles-laici.html (accessed 13 Dec. 2025).
[10] Francis, Apostolic Exhortation *Evangelii Gaudium* on the Proclamation of the Gospel in Today's World, no. 51, 220, 24.11.2013, online at https://www.vatican.va/content/francesco/en/apost_exhortations/documents/papa-francesco_esortazione-ap_20131124_evangelii-gaudium.html (accessed 13 Dec. 2025).

human individual to achieve a deeper level of communication and love, serving not as a substitute but as a support for his actions taken responsibly and personally.

When we use AI, we must always bear in mind that an individual's acts conducted in the Church which bring an effect, including any legal transactions such a person performs, must be supported by his qualifications based on his powers of reason and will to perform such actions freely and consciously; in other words, he must be a *persona capax actus humani* (a person capable of an act proper to a human being).[11] Contemporary moral theology says that before a person makes a free decision to undertake an action, he must first know the object of such an action, and thereafter want to achieve it. The cognitive process takes place at the sensory and intellectual levels. The intellect pervades and illuminates perception, in order to create an intellectual image of the objective of the action, according to obtained knowledge. The crucial element in the act referred to by the expression *actus humanus* ("act proper to a human being") is the will of the *human* individual performing it. The human will to act is inspired by the desire to accomplish the action, on the basis of an awareness of the objective of that desire.[12] In its *Note on the Relationship Between Artificial Intelligence and Human Intelligence*, the Holy See writes that a human person engages with reality in the full scope of his or her spiritual, cognitive, embodied, and relational being (no. 26). AI does not have such a cognitive and volitional capacity.[13] Therefore, from the perspective of the Church's teaching on *actus humanus*, we may say that AI is unable to act as a surrogate for any of the fundamental components of an act performed by a human being. In particular, AI cannot accomplish the cognitive aspect of human action by mechanisms such as cognitive offloading.[14] If it could, the act would no longer be a human act, and thereby would not generate any legal consequences. AI systems can support the discernment or data analysis performed by a human, but they are incapable of representing persons in activities whose very nature requires the application of a human being's powers of reasoning and application of free will. A choice made in full awareness by a human could never be replaced by the outcome of a process of recommendation involving a hidden, dynamic adaptation of stimuli to fit a user profile.[15] As Pope Francis observes, if AI algorithms were to relieve man of his duty in effecting cognitive and volitional processes, it would betoken a particularly dangerous instance of a

[11] Remigiusz Sobański, "Czynności prawne," in Józef Krukowski and Remigiusz Sobański, *Komentarz do Kodeksu prawa kanonicznego*, vol. 1, Poznań: Pallottinum, 2003, p. 203.
[12] Quoted after Tomasz Jakubiak, *Problem ważności przyjęcia sakramentu święceń w prawie Kościoła katolickiego*, Płock: Płocki Instytut Wydawniczy, 2018, p. 190.
[13] *Note*, no. 30-35.
[14] Michael Gerlich, "AI Tools in Society: Impacts on Cognitive Offloading and the Future of Critical Thinking," *Societies* 15 (2025) no. 1, online at https://www.mdpi.com/2075-4698/15/1/6 (accessed 13 Dec. 2025).
[15] Maciej Świrski, *Algorytm i sumienie – o cichym zaniku odpowiedzialności*, online at https://swirski.info/algorytm-i-sumienie-o-cichym-zaniku-odpowiedzialnosci/ (accessed 13 Dec. 2025).

"technocratic paradigm" attributing the full powers to resolve all human problems to technology.[16] There is a great risk of that happening, for there is an ideology known as transhumanism, an intellectual, cultural, and political movement that postulates the possibility and need to apply science and technology to overcome human limitations and improve the human condition, in which there would no longer be a place for human freedom and dignity.[17]

Thus, the theological and anthropological foundations for the introduction of AI in church institutions show that technology must remain in the service of the human person and the community of the Church, and must not become their surrogate.

Ethical and Social Aspects

The introduction of AI in the work of a curia may be evaluated favourably if it contributes to the achievement of the institution's aims while at the same time fully respecting human dignity and the wellbeing of individuals and the community.[18] In an ethical assessment of systems involving AI models we cannot lose sight of the general vision and understanding of the human person "integrated into" the structure of AI-based systems. The Holy See observes that the products of technology reflect the worldview not only of their owners and users, but also of their creators and regulators, as numerous research projects show. Moreover, AI can also perpetuate power relations and mechanisms which run counter to the generally accepted view of man and society.[19] We must never turn a blind eye to the fact that we do not know what kind of a worldview the designers of an AI system espoused when they created it, impressing their own views on their artefact. The makers of AI systems come from a variety of backgrounds, disciplines and environments, each with a history, culture, set of motives, and professional ethics of its own.[20] Technology as such is never neutral.[21] It reflects not only the worldview of individuals, but also the economic logic and predominant worldview in the

[16] *Note*, no. 75; Francisus, Litterae encyclicae de communi domo colenda *Laudato si'*, no. 108-109, 24.05.2015, *Aacta Apostolicae Sedis* 107 (2015), pp. 890-891.
[17] Wiesław Przygoda, "Sztuczna Inteligencja a duszpasterstwo. Obietnice – Zagrożenia – Wyzwania," *Społeczeństwo* 34 (2024) no. 1 (165), p. 60.
[18] *Note*, no. 40.
[19] Ewelina Bogiel, "Wartości, wymogi, kodeksy – podejście pryncypalistyczne do etyki AI w kontekście krytyki Brenta Mittelstadta," in Ministerstwo Cyfryzacji, *Godna zaufania AI. Jak używać sztucznej inteligencji zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej w zakresie etyki? Opracowanie przygotowane przez Grupę Roboczą ds. Sztucznej Inteligencji Podgrupa ds. etyki i prawa,* Warszawa, styczeń (Jan.) 2025, p. 27, online at https://www.gov.pl/web/ai/godna-zaufania-ai-czyli-jak-uzywac-sztucznej-inteligencji-zgodnie-z-wytycznymi-komisji-europejskiej-w-zakresie-etyki (accessed 13 Dec. 2025); *Note*, no. 41, 45.
[20] Quoted after Ewelina Bogiel, ibid., p. 27.
[21] See Benjamin Ruha, *Race After Technology: Abolitionist Tools for the New Jim Code*, Medford: Polity Press, 2019; Virginia Eubanks, *Automating Inequality*, New York: Picador, 2019; Wiesław Przygoda, ibid., p. 55.

businesses which own such tools.[22] Furthermore, we should bear in mind that in the field of AI there is a time lag for the introduction of regulations relating to ethics and law.[23]

An important fact which must not be overlooked in the ethical assessment of AI-based tools is that their operation depends on the dataset on which they have been trained. Datasets are never neutral but come from a specific social, cultural, and worldview context, and their collection, selection, and labelling always reflects a specific system of values and their designers' assumptions. It cannot be ruled out that this may have a significant impact on the output the algorithms in the AI system produce. As Ruha Benjamin observes, algorithms carry a "hidden cultural code" which may inadvertently reproduce the stereotypes, prejudices, or structural inequities ambient in a society.[24] The informed and responsible deployment of AI not only calls for the evaluation of the results of its operation but also for reflection on the source of its dataset, the intentions of its makers, and the worldview framework that shapes the way it "perceives" reality. Failing to appreciate this aspect of AI may lead to situations where technological systems which appear to be neutral are in fact maintaining injustice, discrimination, and cognitive manipulation.

A review of the ethical aspect of using AI-based instruments in a diocesan curia cannot fail to observe the phenomenon known as AI hallucination, which tends to occur especially on the operation of generative systems like ChatGPT, Bard, or Claude. AI hallucinations arise when the system generates an output which looks convincing and contextually perfectly coherent but is in fact completely fabricated, totally unrelated to the user's input data and the previous context. In other words, although the output a generative AI system delivers may look plausible, in reality it entails information that is false, cooked up or does not make sense. Hallucinations observed in generative AI models tend to arise due to the probabilistic nature of AI or an insufficient training set, and have absolutely nothing to do with an authentic cognitive process. They may be the outcome of errors in the dataset used to train the model, the source data, or an insufficient (unrepresentative) amount of data.[25] In the work of a diocesan curia and other church institutions, AI hallucinations give rise to substantial ethical and practical consequences. Generative AI systems may produce outputs which

[22] See Shoshana Zuboff, "The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power," New York: Public Affairs, 2019; Francis, Message for the 57th World Day of Peace 1 January 2024. *Artificial Intelligence and Peace*, 08.12.2023, online at https://www.vatican.va/content/francesco/en/messages/peace/documents/20231208-messaggio-57giornatamondiale-pace2024.html (accessed 13 Dec. 2025).
[23] Ewelina Bogiel, ibid., p. 28.
[24] Benjamin Ruha, ibid, pp. 12-15.
[25] Mahmut Özer, "Is Artifical Intelligence Hallucinating?" *Turkish Journal of Psychiatry* 35 (2024) no. 4, p. 333; Alicja Kaszuba, "Etyka, regulacja i governance w systemie normatywnym dotyczącym sfery cyfrowej," in Ministerstwo Cyfryzacji, *Godna zaufania AI. Jak używać sztucznej inteligencji zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej w zakresie etyki? Opracowanie przygotowane przez Grupę Roboczą ds. Sztucznej Inteligencji Podgrupa ds. etyki i prawa,* Warszawa, styczeń (Jan.) 2025, p. 22, online at https://www.gov.pl/web/ai/godna-zaufania-ai-czyli-jak-uzywac-sztucznej-inteligencji-zgodnie-z-wytycznymi-komisji-europejskiej-w-zakresie-etyki (accessed 13 Dec. 2025).

are false or do not comply with the Church's doctrine but appear to be reliable and authoritative. Hence the deployment of AI resources in an ecclesiastical setting calls for prudence, a critical approach, and oversight exercised by a human supervisor.

As the dissemination of AI instruments becomes more and more widespread, there is a growing risk of technological addiction – decision-makers becoming more and more dependent on algorithms. This is a phenomenon known as automation bias or algorithmic dependency, in which users begin to put more and more trust in AI-generated output than in their own judgment, which in turn makes for a fall in human intellectual and moral autonomy.[26] Everyone who opts for the use of an AI facility should remember that they will be the ones who bear the responsibility for the effects of their AI-assisted decisions. The dicasteries of the Roman Curia point out that this is a responsibility which cannot be reduced simply to apply to the immediate effects of such acts. It must consider concern for other persons, whom decision-makers may overlook if they rely too heavily on algorithmic output.[27] Notwithstanding its capacity for data analysis and recommending solutions, AI is incapable of moral empathy or telling good from evil. Users of AI, especially those engaged in the work of church institutions, should make an effort to cultivate and enhance their prudence and circumspection, mindful of the fact that technological tools may be applied to support them in the decisions they make, but can never take the place of their conscience. No. 70 of *Antiqua et Nova* says explicitly that "AI should assist, not replace, human judgment. Similarly, it must never degrade creativity or reduce workers to mere 'cogs in a machine.'"

While on the subject of algorithmic dependency, a risk to which AI users are exposed, we should add that a corollary associated with this is the danger of falling standards in the qualifications of such workers. Instead of furthering their potential for critical and innovative thinking, they may gradually lose their ability to make independent decisions, carry out data analysis autonomously, and adopt a creative approach to problem solving. Instead of treating AI output as a useful source of inspiration, they may begin to acquiesce to its suggestions and reduce their professional activity merely to a set of repetitive and schematic operations.[28] Research shows that a person's overreliance on AI tools may curtail his powers to develop his soft skills, especially his facility for critical

[26] Lauren Kahn, Emelia S. Probasco, and Ronnie Kinoshita, *AI Safety and Automation Bias The Downside of Human-in-the-Loop*, Center for Security and Emerging Technology, November 2024, p. 1, online at https://cset.georgetown.edu/publication/ai-safety-and-automation-bias/ (accessed 13 Dec. 2025); Nadja Schaetz, Emilija Gagrčin, Roland Toth, and Martin Emmer, "Algorithm Dependency in Platformized News Use," *New Media & Society* 27 (2025) no. 3, pp. 1360-1661, online at https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/14614448231193093 (accessed 13 Dec. 2025).
[27] *Note*, no. 46-47.
[28] *Note*, no. 67.

reflection, empathy, and communication – skills which lie at the foundation of management and cooperation in the professional environment.

Ethical reflection on the technological aspects of AI must find its practical expression in the organisation of a diocesan curia's work in the responsible management of the curia's AI systems and the formation of the persons operating them.

The Practical and Organisational Aspect, and Users' Formation

An issue which is of special importance in the deployment of AI in a diocesan curia is transparency and respect for the autonomy of the persons who will be using AI facilities. It is essential for each user to realise that he will be interacting not with other humans but with an AI system.[29] Awareness of this is the condition that will determine and safeguard the trustworthiness and authenticity of relations between the Church's institutions and the faithful.

People who contact a diocesan curia should be given the choice of settling their business by seeing a human staff member, or by interacting with an AI system. The freedom to make such a choice is a measure that shows respect for the interested party's human dignity and right to have another person handling their business. This is particularly important in the Church, which, as the Second Vatican Council reminds us, is a *communio personarum*.

An equally important point is for the staff working for the curia to be fully aware of the fact that they will be using AI tools in their professional activities.[30] They should be aware of the limitations, potential risks, and the ethical and legal consequences of any AI-assisted decisions they make. Hence, the curia should have an in-house procedure compiled for the impact assessment of the use of AI as well as an appropriate code of ethics, which will allow for the identification of potential risks in advance and determine the principles governing the use of AI in the curia, the scope of users' responsibility, and criteria for moral discernment. The recommended procedures and ethical codes should be audited on a regular basis, especially in the light of new information, users' experience, and changes in technology and the law.[31] In-house guidelines, standards, and methods of implementation should take into account the recommendations issued by national and international authorities, national and international NGOs, the national Conference of Bishops and the Holy See.[32]

[29] European Declaration on Digital Rights and Principles for the Digital Decade, p. 7, *Official Journal of the European Union* 2023/C 23/01.
[30] Ibid., chap. II.6.d, chap. III.9.b.
[31] Alicja Kaszuba, ibid., p. 24.
[32] Iwona Karkliniewska, *Organizacja wobec wyzwań etycznych związanych z AI,* in Ministerstwo Cyfryzacji, *Godna zaufania AI. Jak używać sztucznej inteligencji zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej w zakresie etyki? Opracowanie przygotowane przez Grupę Roboczą ds. Sztucznej Inteligencji Podgrupa ds. etyki i prawa,* Warszawa, styczeń (Jan.) 2025, p. 33, online at https://www.gov.pl/web/ai/godna-zaufania-ai-czyli-jak-uzywac-sztucznej-inteligencji-zgodnie-z-wytycznymi-komisji-europejskiej-w-zakresie-etyki (accessed 13 Dec. 2025).

The bibliography on AI shows that the technologies deployed in organisations – not only in ecclesiastical organisations – have to be cross-checked for transparency, integrality, security, privacy, and keeping personal data processing down to a minimum.[33] All these considerations should be taken into account in the implementation of an AI system in a diocesan curia, and there should be concern for the anthropological, ethical, spiritual, social, and cultural aspects.

In view of the continual rapid advancement in new technologies, a diocesan curia that decides to introduce AI tools in its work should adopt a strategy for the training and continuous enhancement of the professional qualifications of its staff.[34] It should cater not only for the technical aspects of operating AI systems and ensuring their security, but should also provide for the ethical, legal, and pastoral formation of the staff to help them with the discernment of the moral consequences of using AI instruments. Training schemes should be continuous and interdisciplinary, involving not only computer programmers and administrators, but also theologians, ethicists, specialists in pastoral theology, and specialists in canon and secular law. The aim shared by all the components of the training programme should be not only to teach attendees the technical skills required to operate AI systems, but above all to cultivate a sense of responsibility for their application of technology, so as to keep AI as a device serving man and the Church's mission, not as an end in itself.

Ultimately, the ethical deployment of AI in church institutions will call for the harmonious concurrency of faithfulness to the core principles of the Gospel and a prudent application of the new potential offered by technology – so that technological progress may serve for the genuine good of man and the mission of the Church.

Conclusion

The use of AI in facilities accessible to the general public, especially in a professional environment, is subject to a multitude of regulations. Alongside the handful of documents issued by the Catholic Church directly or indirectly applicable to the subject,[35] and the appropriate national provisions, a series of legislative acts applicable in the European Union should be considered. They include Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation); Directive 2002/58/EC of the European Parliament and of the Council of 12 July 2002 concerning the

[33] Ibid., p. 34.
[34] Ibid., p. 35.
[35] *Note*; Konferencja Episkopatu Polski, Dekret ogólny w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych w Kościele katolickim, 13.03.2018, *Akta Konferencji Episkopatu Polski* 30 (2018), p. 31-45.

processing of personal data and the protection of privacy in the electronic communications sector (Directive on privacy and electronic communications); the AI Act; Directive (EU) 2019/790 of the European Parliament and of the Council of 17 April 2019 on copyright and related rights in the Digital Single Market and amending Directives 96/9/EC and 2001/29/EC; the European Declaration on Digital Rights and Principles for the Digital Decade; Directive (EU) 2019/771 of the European Parliament and of the Council of 20 May 2019 on certain aspects concerning contracts for the sale of goods, amending Regulation (EU) 2017/2394 and Directive 2009/22/EC, and repealing Directive 1999/44/EC; Regulation (EU) 2022/868 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2022 on European data governance and amending Regulation (EU) 2018/1724 (Data Governance Act).[36]

The analysis conducted in this article confirms my hypothesis that there are conditions other than legal provisions demarcating limits to the admissible implementation of artificial intelligence in a diocesan curia, and their nature is theological and anthropological, ethical, and related to aspects of the organisation of the institution and formation (staff training). Hence, tools based on AI models cannot be satisfactorily introduced in a diocesan curia and considered complete when all the requirements of the law have been met. The fundamental condition which must be fulfilled is first to obtain a precise definition of the purpose of AI in the curia – it is to serve as a tool supporting human endeavour, not as a surrogate for the human powers of reasoning, exercise of the human will, and the moral responsibility a human being takes for his actions.

The theological and anthropological examination has shown that AI does not have the capacity to perform an *actus humanus*, that is act in the manner proper to humans. Hence, the duty to deliver and interpret religious truth may not be entrusted to AI algorithms; neither can AI devices be expected to play the role of an impartial judge ruling on questions of truth. The output an AI system delivers depends on its training dataset, the methods it employs for data processing, and the context of their institutional application.

The ethical review has shown that AI is not axiologically neutral but carries a risk of hallucinations, builds up users' overreliance on technology, and reduces their cognitive autonomy. Yet it is always the human operator who takes the responsibility for any decisions he makes using AI support. Hence, it is essential to ensure transparency in the use of AI, give interested parties the option to choose to see a human member of the curia's staff rather than have their business settled by AI, and have a set of procedures and ethical codes drafted for staff operating AI systems.

[36] Alicja Kaszuba, ibid., p. 21.

Another point of key importance is the continuous interdisciplinary formation of the curia's staff. With future research in mind, it would be helpful to conduct an empirical study on the long-term effects of AI on the professional development, sacerdotal and pastoral identity, and morality of the diocesan curia's staff. Ultimately, AI may be of service to the Church's mission (as well as in areas beyond the Church's interests) if and only if it is used in the service of human dignity and for the common good. Otherwise – and this is my next research hypothesis – due to the scale and rate of change in the effects of phenomena connected with AI, such operations may lead to cultural and anthropological transformation with an impact comparable in magnitude to, or potentially even greater than the major twentieth-century totalitarian ideologies.

Summary

This article addresses the issues involved in the deployment of artificial intelligence in a diocesan curia, with special attention to the conditions (other than legal constraints) that determine the limits to the admissible use of AI. The article's working hypothesis is that alongside the applicable legal provisions, there are also theological and anthropological, and ethical factors, as well as aspects pertaining to organisation and formation which are relevant and must be taken into consideration in the implementation of AI in a diocesan curia.

The analytical section shows that AI, which is a technological tool, does not have the skills needed to conduct an *actus humanus* (act proper to a human being). Hence it is inadmissible to entrust AI algorithms with tasks requiring personal discernment, the transmission of religious truth, or telling what is true from what is false. Moreover, the ethical examination shows that AI is not neutral axiologically and that its generative systems carry a risk of hallucination and users' overreliance on technology as well as the impairment of their cognitive autonomy.

The final section presents a series of practical suggestions regarding transparency in the use of AI, the right of interested parties to choose to see a human member of the curia's staff rather than settle for an AI solution, and the need for in-house procedures, ethical codes, and continuous, interdisciplinary formation for the curia's staff. The article shows that AI may foster the Church's mission if and only if it is applied in the service of human dignity and the common good.

Słowa klucze: Kościół katolicki, nauczanie Kościoła, zarządzanie, godność ludzka, automation bias, AI

Keywords: Catholic Church, Church teaching, governance, human dignity, automation bias, AI

Bibliography

Sources

Code of Canon Law. Latin– English Edition. New English Translation, Washington: Canon Law Society of America, 1999.

Codex Iuris Canonici auctoritate Ioannis Pauli PP. II promulgatus, 25.01.1983, *Aacta Apostolicae Sedis* 75 (1983), Pars II, pp. 1-317.

Concilium Vaticanum Secundum, Constitutio Dogmatica de Ecclesia *Lumen gentium*, 21.11.1964, *Aacta Apostolicae Sedis* 57 (1965), pp. 5-71.

Dicastery for the Doctrine of the Faith, and Dicastery for Culture and Education, Note on the Relationship Between Artificial Intelligence and Human Intelligence *Antiqua et Nova*, 28.01.2025, online at https://www.vatican.va/roman_curia/congregations/cfaith/documents/rc_ddf_doc_2025-0128_antiqua-et-nova_en.html (accessed 13 Dec. 2025).

European Declaration on Digital Rights and Principles for the Digital Decade, *Official Journal of the European Union* 2023/C 23/01.

Francis, Apostolic Exhortation *Evangelii Gaudium* on the Proclamation of the Gospel in Today's World, 24.11.2013, online at https://www.vatican.va/content/francesco/en/apost_exhortations/documents/papa-francesco_esortazione-ap_20131124_evangelii-gaudium.html (accessed 13 Dec. 2025).

Francis, Message for the 57th World Day of Peace 1 January 2024. *Artificial Intelligence and Peace*, 08.12.2023, online at https://www.vatican.va/content/francesco/en/messages/peace/documents/20231208-messaggio-57giornatamondiale-pace2024.html (accessed 13 Dec. 2025).

Francisus, Litterae encyclicae de communi domo colenda *Laudato si'*, 24.05.2015, *Aacta Apostolicae Sedis* 107 (2015), pp. 847-945.

Ioannes Paulus II, Litterae encyclicae vicesimo expleto anno ab editis litteris encyclicis a verbis "Populorum progressio" incipientibus *Sollicitudo rei socialis*, 30.12.1987, *Aacta Apostolicae Sedis* 80 (1988), p. 513-586.

John Paul II, Post-Synodal Apostolic Exhortation *Christifideles Laici* on the Vocation and the Mission of the Lay Faithful in the Church and in the World, 30.12.1983, online at https://www.vatican.va/content/john-paul-ii/en/apost_exhortations/documents/hf_jp-ii_exh_30121988_christifideles-laici.html (accessed 13 Dec. 2025).

Konferencja Episkopatu Polski, Dekret ogólny w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych w Kościele katolickim, 13.03.2018, *Akta Konferencji Episkopatu Polski* 30 (2018), pp. 31-45.

Paulus VI, Litterae encyclicae de populorum progressione promovenda *Populorum progressio*, 26.03.1967, *Aacta Apostolicae Sedis* 59 (1967), pp. 257-299.

Second Vatican Council, Declaration On Religious Freedom *Dignitatis Humanae*, 07.12.1965, online at https://www.vatican.va/archive/hist_councils/ii_vatican_council/documents/vat-ii_decl_19651207_dignitatis-humanae_en.html (accessed 13 Dec. 2025).

Literature

Bogiel Ewelina, "Wartości, wymogi, kodeksy – podejście pryncypalistyczne do etyki AI w kontekście krytyki Mittelstadta Brenta," in Ministerstwo Cyfryzacji, *Godna zaufania AI. Jak używać sztucznej inteligencji zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej w zakresie etyki? Opracowanie przygotowane przez Grupę Roboczą ds. Sztucznej Inteligencji Podgrupa ds. etyki i prawa,* Warszawa, styczeń (Jan.) 2025, pp. 26-29, online at https://www.gov.pl/web/ai/godna-zaufania-ai-czyli-jak-uzywac-sztucznej-inteligencji-zgodnie-z-wytycznymi-komisji-europejskiej-w-zakresie-etyki (accessed 13 Dec. 2025).

Gerlich Michael, "AI Tools in Society: Impacts on Cognitive Offloading and the Future of Critical Thinking," *Societies* 15 (2025) no. 1, online at https://www.mdpi.com/2075-4698/15/1/6 (accessed 13 Dec. 2025).

Jakubiak Tomasz, *Problem ważności przyjęcia sakramentu święceń w prawie Kościoła katolickiego*, Płock: Płocki Instytut Wydawniczy, 2018.

Kahn Lauren, Emelia S. Probasco, and Ronnie Kinoshita, *AI Safety and Automation Bias. The Downside of Human-in-the-Loop,* Center for Security and Emerging Technology, November 2024, online at https://cset.georgetown.edu/publication/ai-safety-and-automation-bias/ (accessed 13 Dec. 2025).

Karkliniewska Iwona, *Organizacja wobec wyzwań etycznych związanych z AI,* in Ministerstwo Cyfryzacji, *Godna zaufania AI. Jak używać sztucznej inteligencji zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej w zakresie etyki? Opracowanie przygotowane przez Grupę Roboczą ds. Sztucznej Inteligencji Podgrupa ds. etyki i prawa,* Warszawa, styczeń (Jan.) 2025, pp. 30-35, online at https://www.gov.pl/web/ai/godna-zaufania-ai-czyli-jak-uzywac-sztucznej-inteligencji-zgodnie-z-wytycznymi-komisji-europejskiej-w-zakresie-etyki (accessed 13 Dec. 2025).

Kaszuba Alicja, "Etyka, regulacja i governance w systemie normatywnym dotyczącym sfery cyfrowej," in Ministerstwo Cyfryzacji, *Godna zaufania AI. Jak używać sztucznej inteligencji zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej w zakresie etyki? Opracowanie przygotowane przez Grupę Roboczą ds. Sztucznej Inteligencji Podgrupa ds. etyki i prawa,* Warszawa, styczeń (Jan.) 2025, pp.

20-25, online at https://www.gov.pl/web/ai/godna-zaufania-ai-czyli-jak-uzywac-sztucznej-inteligencji-zgodnie-z-wytycznymi-komisji-europejskiej-w-zakresie-etyki (accessed 13 Dec. 2025).

Özer Mahmut, "Is Artifical Intelligence Hallucinating?" *Turkish Journal of Psychiatry* 35 (2024) no. 4, pp. 333-335.

Przygoda Wiesław, "Sztuczna Inteligencja a duszpasterstwo. Obietnice – Zagrożenia – Wyzwania," *Społeczeństwo* 34 (2024) no. 1 (165), pp. 51-65.

Ruha Benjamin, *Race After Technology: Abolitionist Tools for the New Jim Code*, Medford: Polity Press, 2019. Eubanks Virginia, *Automating Inequality*, New York: Picador, 2019.

Schaetz Nadja , Emilija Gagrčin, Roland Toth, and Martin Emmer, "Algorithm Dependency in Platformized News Use," *New Media & Society* 27 (2025) no. 3, pp. 1360-1377, online at https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/14614448231193093 (accessed 13 Dec. 2025).

Sobański Remigiusz, "Czynności prawne," in Józef Krukowski and Remigiusz Sobański, *Komentarz do Kodeksu prawa kanonicznego*, vol. 1, Poznań: Pallottinum, 2003, pp. 201-212.

Świrski Maciej, *Algorytm i sumienie – o cichym zaniku odpowiedzialności*, online at https://swirski.info/algorytm-i-sumienie-o-cichym-zaniku-odpowiedzialnosci/ (accessed 13 Dec. 2025).

The High-Level Expert Group on AI presented Ethics Guidelines for Trustworthy Artificial Intelligence, *Ethics guidelines for trustworthy AI*, European Commission, Brussels, Document made public on 8 April 2019.

Zuboff Shoshana, "The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power," New York: Public Affairs, 2019.

Оксана Башуцька,

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри економічної кібернетики та інформатики,
Західноукраїнський національний університет
ORCID ID: 0000-0002-2445-896X

ЦИФРОВІЗАЦІЯ У СИСТЕМАХ ЗОВНІШНЬОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИЩОЇ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

Цифрова трансформація стала одним із ключових чинників розвитку сучасних освітніх систем: вона змінює методи викладання й навчання, підходи до оцінювання, а також архітектуру зовнішнього забезпечення якості (Quality Assurance, QA). Відтак постає завдання інтегрувати цифрові інструменти в політики та практики зовнішнього QA так, щоб підсилити довіру суспільства до результатів освіти, прозорість і мобільність здобувачів, не перетворюючи цифровізацію на суто формальне дотримання показників. Таку логіку підкреслює і нещодавня аналітика ОЕСР щодо QA у вищій і професійній освіті.

У фокусі цієї роботи – вища освіта та професійна освіта і навчання (Vocational Education and Training, VET). У міжнародному дискурсі VET охоплює як початкову (initial VET), так і безперервну (continuing VET) професійну освіту; у вітчизняному вимірі йому загалом відповідає система професійно-технічної освіти (ПТО). У більшості порівняльних оглядів VET та вища освіта розглядаються разом саме через спільні виклики якості, зокрема в частині цифровізації, ризик-орієнтованого моніторингу й участі роботодавців [1].

Міжнародні стандарти й рамки якості також еволюціонують у бік «цифрової чутливості». У Європейському просторі вищої освіти розпочато перегляд ESG – Стандартів і рекомендацій із забезпечення якості – з мандатом представити оновлену редакцію ESG на Міністерській конференції навесні 2027 року; очікується, що нова версія буде краще враховувати поточні тренди, включно з цифровізацією та використанням ШІ[2]. У професійній освіті орієнтиром залишається Європейська довідкова рамка забезпечення якості VET (EQAVET), ухвалена у 2009 році [3], яку Єврокомісія позиціонує як інструмент безперервного вдосконалення систем і провайдерів [4]. Доповнює цей контур Рекомендація Ради ЄС (2018)

[1] OECD. *Ensuring quality in VET and higher education: Getting quality assurance right (Education Policy Perspectives No. 118).* Paris: OECD Publishing, 2025. DOI: 10.1787/e6862056-en
[2] European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA). (2024). The revision of the ESG: Process and structures (briefing note). Brussels, 2024. URL: https://www.enqa.eu/esg-revision-process
[3] European Parliament and Council. Recommendation of 18 June 2009 on the establishment of a European Quality Assurance Reference Framework for Vocational Education and Training (EQAVET). Official Journal of the European Union, C 155
[4] European Commission. EQAVET - European Quality Assurance in Vocational Education and Training.

щодо Європейської рамки якісного та ефективного учнівства, що закріплює 14 критеріїв якості - важливо й для цифрового супроводу навчання на робочому місці [5].

Поза Європою, глобальною точкою відліку для зовнішніх агентств є International Standards and Guidelines (ISGs) мережі INQAAHE (редакція 2022), які прямо підтримують «enhancement-led» (на розвиток) логіку QA і сумісність практик у різних країнах [6]. Це створює основу для цифрових інновацій у QA без втрати прозорості та довіри.

Таким чином, цифровізація – не «окремий модуль», а системний чинник, який потребує узгодження інституційних стратегій якості із зовнішніми стандартами та процедурами (ESG/EQAVET/ISGs), розвитком даних- та ризик-орієнтованого нагляду, а також інтеграції цифрової складової учнівства й інших форм роботи з роботодавцями. Саме ці контури визначають подальшу структуру розділу та аналітичні акценти.

Забезпечення якості освіти є фундаментальною умовою функціонування ефективних освітніх систем. Під якістю у цьому контексті розуміють не лише відповідність формальним стандартам, але й здатність системи освіти забезпечувати результативне навчання, формування компетентностей та конкурентоспроможність випускників на ринку праці.

Зовнішнє забезпечення якості (QA) виступає своєрідним «зовнішнім гарантом» для суспільства, роботодавців та здобувачів освіти. На відміну від внутрішніх систем QA, що створюються й реалізуються самими закладами, зовнішнє QA передбачає незалежну оцінку діяльності освітніх установ чи програм. Ця оцінка може набувати різних форм: акредитації програм, інституційного аудиту, ризик-орієнтованого моніторингу, тематичних оцінювань тощо [7].

У міжнародній практиці сформувалося два основні підходи до зовнішнього QA:

1. Контролюючий (accountability) – орієнтований на перевірку дотримання мінімальних стандартів, зосереджений на відповідності формальним критеріям.

2. Розвивальний (enhancement-led) – зосереджений на підтримці закладів у розвитку, стимулюванні інновацій, забезпеченні постійного підвищення якості [8].

Україна після ухвалення Закону «Про вищу освіту» (2014 р.) та створення Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти (НАЗЯВО) у 2015 р. зробила крок у бік поєднання обох моделей. Акредитаційні процедури за новою моделлю передбачають не лише

[5] Council of the European Union. Council Recommendation on a European Framework for Quality and Effective Apprenticeships (2018/C 153/01). Official Journal of the EU, C 153/1, 2018.
[6] INQAAHE. International Standards and Guidelines (ISGs) for Quality Assurance in Tertiary Education. 2022.
[7] Williams, P. Quality assurance and quality enhancement: Is there a relationship? Quality in Higher Education, 2016, 22(2), 97–102.
[8] INQAAHE. International Standards and Guidelines (ISGs) for Quality Assurance in Tertiary Education. 2022.

оцінку дотримання стандартів, але й аналіз внутрішніх політик забезпечення якості, включно з цифровими інструментами моніторингу [9]. Це дозволяє НАЗЯВО збалансувати «контрольну» та «розвивальну» функції, що відповідає європейській практиці ESG [10].

У сфері професійної освіти та навчання (VET) в Україні наразі формується система незалежного оцінювання якості, орієнтована на вимоги EQAVET. Наприклад, Міністерство освіти і науки України у співпраці з ЄС реалізує низку проєктів, спрямованих на створення інструментів незалежної оцінки якості ПТО та впровадження цифрових систем моніторингу результатів навчання [11].

У таблиці 1 представлено порівняння ключових характеристик зовнішнього QA у міжнародному та українському контекстах.

Таблиця 1

Порівняння підходів до зовнішнього забезпечення якості

Критерій	Міжнародна практика (OECD, ESG/EQAVET)	Український контекст (НАЗЯВО, МОН)
Основна функція	Баланс контролю та розвитку	Баланс контролю та розвитку (перевага на розвиток у новій моделі)
Інструменти	Акредитація, інституційні аудити, тематичні оцінювання, ризик-орієнтований моніторинг	Акредитація освітніх програм, інституційні акредитації (з 2024 р.), пілотні ризик-орієнтовані процедури
Цифрові аспекти	Використання дашбордів, онлайн-опитувань, електронних систем акредитації	Онлайн-кабінет НАЗЯВО, цифрові подання документів, пілотні цифрові індикатори якості
Сфера VET	EQAVET, індикатори якості для учнівства, цифрові інструменти моніторингу	Початок адаптації EQAVET; створення цифрових реєстрів та моніторинг навчальних результатів
Виклики	Автономія закладів vs. стандартизація, ризик формалізації цифрових показників	Бюрократичне навантаження, низький рівень цифрових компетентностей у частини персоналу

[9] Williams, P. Quality assurance and quality enhancement: Is there a relationship? Quality in Higher Education, 2016, 22(2), 97–102

[10] European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA). (2024). The revision of the ESG: Process and structures (briefing note). Brussels, 2024.

[11] Міністерство освіти і науки України. Цифровізація професійної освіти: напрями та інструменти розвитку. Київ, 2023.

Таким чином, зовнішнє забезпечення якості виконує подвійну роль: воно є інструментом підзвітності та водночас механізмом розвитку. У сучасних умовах цифрової трансформації ця роль посилюється: цифрові інструменти стають не лише технічними засобами, а й новими критеріями оцінювання. Для України завданням найближчих років є поглиблення цифровізації QA-процедур, узгодження їх із європейськими рамками ESG та EQAVET, а також мінімізація бюрократичного навантаження через автоматизацію процесів.

Міжнародна практика забезпечення якості освіти розвивалася як відповідь на необхідність поєднання академічної автономії закладів і потреб суспільства у прозорих, надійних і зіставних результатах освіти. У більшості країн світу нині діє система подвійної природи: з одного боку, університети та заклади професійної освіти мають свободу у розробці освітніх програм; з іншого – вони повинні дотримуватися встановлених зовнішніх стандартів якості, що забезпечують довіру й міжнародну мобільність студентів [12].

Найбільш впливовим у Європі є документ «Стандарти і рекомендації для забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти» (ESG), ухвалений 2005 року і переглянутий у 2015-му. ESG визначає три блоки вимог: внутрішнє забезпечення якості, зовнішнє забезпечення якості та стандарти для агентств. У 2024 році стартував процес перегляду ESG, і очікується, що у 2027 році буде представлено нову редакцію, де особливу увагу приділять цифровізації, інклюзії та використанню штучного інтелекту [13].

Для професійної освіти ключовим є Європейська довідкова рамка забезпечення якості професійної освіти і навчання (EQAVET), ухвалена у 2009 році [14]. EQAVET пропонує набір індикаторів для оцінювання якості ПТО, включно з механізмами моніторингу працевлаштування випускників, рівня задоволеності роботодавців та ефективності навчальних програм. Європейська комісія позиціонує цю рамку як основу для розвитку цифрових систем моніторингу та збору даних у сфері професійної освіти[15].

Важливим доповненням до ESG та EQAVET є Рекомендація Ради ЄС (2018) щодо Європейської рамки якісного та ефективного учнівства, що визначає 14 критеріїв якості організації практичного навчання, серед яких – прозорість процедур відбору, супровід менторів та цифровий моніторинг прогресу учнів [16].

[12] OECD. (2025). Ensuring quality in VET and higher education: Getting quality assurance right (Education Policy Perspectives No. 118). Paris: OECD Publishing, 2025.
[13] European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA). (2024). The revision of the ESG: Process and structures (briefing note). Brussels, 2024.
[14] European Parliament and Council. Recommendation of 18 June 2009 on the establishment of a European Quality Assurance Reference Framework for Vocational Education and Training (EQAVET). Official Journal of the European Union, C 155/1.
[15] European Commission. EQAVET - European Quality Assurance in Vocational Education and Training.
[16] Council of the European Union. Council Recommendation on a European Framework for Quality and Effective Apprenticeships (2018/C 153/01). Official Journal of the EU, C 153/1, 2018.

На глобальному рівні міжнародною точкою відліку для агентств є International Standards and Guidelines (ISGs), прийняті Міжнародною мережею агентств із забезпечення якості вищої освіти (INQAAHE) у 2022 році[17]. ISGs роблять акцент на «розвивальній» логіці QA та стимулюють агентства впроваджувати сучасні технологічні рішення, у тому числі цифрові інструменти.

Розглянемо практики окремих країн.

Фінляндія. Національне агентство FINEEC застосовує підхід enhancement-led evaluation, зосереджений на розвитку закладів, а не лише на контролі. Широко використовуються цифрові опитування студентів та аналітика великих даних для моніторингу якості [18].

Нідерланди. Система акредитації NVAO поєднує програмний та інституційний рівні, інтегруючи цифрові звіти та онлайн-платформи для подання й оцінювання заявок. Акцент робиться на відповідності програм потребам ринку праці та цифрових навичок.

Норвегія. NOKUT щороку проводить національне опитування студентів (*Studiebarometeret*), яке стало цифровим інструментом для формування освітньої політики та порівняння закладів за ключовими показниками якості. Цей приклад вважається однією з найуспішніших практик використання цифрових даних у QA [19].

Ірландія. Агентство QQI активно використовує цифрові портали для акредитації програм і моніторингу VET. Особливу увагу приділено співпраці з роботодавцями через онлайн-платформи для обліку результатів учнівства.

Порівняльна характеристика цифрових практик у міжнародних системах наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Приклади цифрових практик у міжнародних системах QA

Країна	Агентство	Цифрові інструменти у QA	Особливості підходу
Фінляндія	FINEEC	Онлайн-опитування, аналітика даних	Орієнтація на розвиток закладів
Нідерланди	NVAO	Електронні платформи подання заявок, цифрові звіти	Баланс програмної та інституційної акредитації
Норвегія	NOKUT	Національне онлайн-опитування студентів	Використання результатів у формуванні політики
Ірландія	QQI	Цифрові портали для VET і учнівства	Співпраця з роботодавцями через онлайн-сервіси

[17] INQAAHE. International Standards and Guidelines (ISGs) for Quality Assurance in Tertiary Education. 2022.
[18] OECD. (2025). Ensuring quality in VET and higher education: Getting quality assurance right (Education Policy Perspectives No. 118). Paris: OECD Publishing, 2025.
[19] OECD. (2025). Ensuring quality in VET and higher education: Getting quality assurance right (Education Policy Perspectives No. 118). Paris: OECD Publishing, 2025.

Україна активно інтегрується у європейський освітній простір і вже застосовує багато підходів, характерних для ESG та EQAVET. НАЗЯВО впровадило електронний кабінет для акредитаційних процедур, що спрощує взаємодію закладів та агентства. З 2024 року стартував пілот інституційної акредитації, у межах якого також передбачено застосування цифрових інструментів для моніторингу внутрішніх систем якості.

У професійній освіті впроваджується електронна платформа «Профосвіта», яка містить реєстр закладів ПТО та освітніх програм, а також забезпечує онлайн-моніторинг результатів навчання. У перспективі планується інтеграція елементів EQAVET для оцінювання якості практичного навчання з використанням цифрових індикаторів [20].

Таким чином, міжнародні підходи до забезпечення якості поступово зсувають акценти від формальних перевірок до комплексного моніторингу з використанням цифрових технологій. Для України ключовим завданням є не лише адаптація ESG та EQAVET, а й глибока цифровізація процесів QA, що забезпечить прозорість, зменшить бюрократичне навантаження і зробить систему більш орієнтованою на розвиток.

Системи зовнішнього забезпечення якості освіти у XXI столітті переживають масштабні зміни. Традиційні перевірки, що зводилися до контролю відповідності освітніх програм державним стандартам, поступово відходять у минуле. На зміну їм приходять комплексніші підходи, які враховують не лише формальні критерії, а й цілісну політику закладу, рівень цифровізації, взаємодію з ринком праці та здатність реагувати на глобальні виклики.

У країнах ЄС акцент поступово зміщується з акредитації окремих програм на оцінку діяльності всього закладу. У Фінляндії та Нідерландах це дозволило університетам і коледжам будувати власні системи внутрішнього забезпечення якості, які потім верифікуються зовнішніми агентствами [21].

В Україні аналогічний процес розпочався у 2024 році, коли НАЗЯВО запровадило пілот інституційної акредитації. Це новий виклик для університетів, адже вони повинні продемонструвати не лише якість програм, а й комплексність внутрішніх політик, включно з цифровими механізмами моніторингу. Для багатьох ЗВО ця вимога стала поштовхом до впровадження систем електронного документообігу, регулярних студентських опитувань у цифровій формі та розвитку аналітики даних.

[20] Міністерство освіти і науки України. Цифровізація професійної освіти: напрями та інструменти розвитку. Київ, 2023.
[21] OECD. (2025). Ensuring quality in VET and higher education: Getting quality assurance right (Education Policy Perspectives No. 118). Paris: OECD Publishing, 2025.

У міжнародній практиці активно поширюється ризик-орієнтований підхід, який передбачає концентрацію ресурсів агентств на тих закладах чи програмах, де вищою є ймовірність проблем. Для цього використовуються цифрові індикатори: успішність студентів, працевлаштування випускників, дані з онлайн-опитувань [22],[23].

В Україні такий підхід поки лише формується. НАЗЯВО збирає значні масиви даних через електронні кабінети, але методологія їхнього аналізу перебуває на початковому етапі. Складність посилюється умовами війни: університети, що релоковані або працюють у змішаному режимі, демонструють різні показники, які важко порівнювати без єдиної системи ризик-аналізу. Проте поступове впровадження ризик-орієнтованих процедур дозволить знизити бюрократичне навантаження і підвищити точність оцінювання.

Тематичні дослідження у Фінляндії, Ірландії та інших країнах довели свою ефективність у вивченні цифровізації, інклюзії чи інтернаціоналізації [24]. Вони дозволяють сформувати цілісну картину певного напряму й використати результати для державної політики.

В Україні поки що не застосовуються тематичні оцінювання національного рівня. Проте їхнє впровадження могло б дати вагомі результати: наприклад, проведення оцінювання рівня цифровізації університетів під час війни чи аналіз ефективності дуальної освіти у системі ПТО. Це створило б основу для розробки державних стратегій цифрової трансформації та підвищення якості освіти.

Цифровізація змінює логіку роботи QA-агентств. У Норвегії NOKUT публікує результати студентських опитувань у відкритому доступі, підвищуючи прозорість і довіру суспільства [25]. В Ірландії QQI впровадило електронні системи для оцінки учнівства, які дозволяють відстежувати прогрес у реальному часі [26].

В Україні цифровізація зовнішнього QA розвивається швидкими темпами. Електронний кабінет НАЗЯВО став важливим кроком до зменшення бюрократії та спрощення процедур акредитації. У професійній освіті працює платформа «Профосвіта», яка містить електронний реєстр закладів і програм. Разом з тим, відсутність інтеграції з ринком праці та обмежене використання аналітики даних залишаються суттєвими викликами.

[22] NOKUT. The Norwegian student survey - Studiebarometeret. 2023.
[23] Quality Assurance Agency for Higher Education (QAA, UK). Data and risk-based approaches to quality assurance. 2022.
[24] QQI. Quality and Qualifications Ireland - Digital developments in QA. 2022.
[25] NOKUT. The Norwegian student survey - Studiebarometeret. 2023.
[26] QQI. Quality and Qualifications Ireland - Digital developments in QA. 2022.

Якість освіти дедалі більше визначається її відповідністю потребам економіки. У країнах ЄС створюються цифрові бази результатів учнівства, що відображають прогрес студентів і відгуки наставників [27],[28].

В Україні цей процес лише починається. У 2023 році МОН анонсувало інтеграцію результатів дуальної освіти до ЄДЕБО. Це дозволить створювати цифрові бази учнівства, які зможуть використовуватись у процедурах QA. Проте участь роботодавців у зовнішньому QA все ще обмежена, що знижує ефективність перевірки відповідності програм реальним потребам ринку праці.

Узагальнення міжнародних і українських тенденцій наведено у таблиці 3.

Таблиця 3.

Тенденції розвитку зовнішнього забезпечення якості

Тенденція	Міжнародна практика	Український контекст
Перехід до інституційної акредитації	Фінляндія, Нідерланди - оцінка системи якості закладу	Пілот інституційної акредитації НАЗЯВО (2024)
Ризик-орієнтований підхід	Використання цифрових даних (QAA, NOKUT)	Перші кроки НАЗЯВО; потреба у методології ризик-аналізу
Тематичні оцінювання	Аналіз цифровізації, інтернаціоналізації (FINEEC, QQI)	Відсутні, перспективні для впровадження
Цифрові інструменти	Онлайн-опитування, дашборди, AI-аналітика	Е-кабінет НАЗЯВО, платформа «Профосвіта»
Співпраця з роботодавцями	Цифрові платформи учнівства (Ірландія, Нідерланди)	Плани інтеграції даних дуальної освіти до ЄДЕБО

Таким чином, розвиток зовнішнього забезпечення якості в Україні відбувається у руслі міжнародних тенденцій, однак потребує значного посилення цифрових складових. Головними викликами є створення дієвої методології ризик-орієнтованого моніторингу, розширення

[27] European Parliament and Council. Recommendation of 18 June 2009 on the establishment of a European Quality Assurance Reference Framework for Vocational Education and Training (EQAVET). Official Journal of the European Union, C 155.
[28] Council of the European Union. Council Recommendation on a European Framework for Quality and Effective Apprenticeships (2018/C 153/01). Official Journal of the EU, C 153/1, 2018.

участі роботодавців у QA та проведення тематичних оцінювань, які б дозволили сформувати об'єктивне бачення стану освіти у ключових напрямах.

Поряд із зовнішніми механізмами дедалі більшого значення набуває розвиток внутрішніх систем забезпечення якості, які формують цифрову основу для аналітики, моніторингу й прийняття управлінських рішень.

У сучасних умовах цифрова трансформація освіти дедалі тісніше пов'язується не лише з технологічним оновленням, а й із переосмисленням самої філософії якості. Вона ґрунтується на ідеї, що якість не може бути результатом лише зовнішнього контролю - вона повинна народжуватися зсередини, через постійне вдосконалення внутрішніх процесів, підтриманих цифровими інструментами управління, моніторингу та аналітики [29] [30].

Цифровізація змінила саме поняття внутрішнього QA. Якщо раніше воно зводилося до наявності положень, протоколів і звітів, то сьогодні його зміст - це динамічні цифрові екосистеми, які забезпечують зворотний зв'язок між усіма учасниками навчального процесу. Університети Європи (наприклад, Таллінський технічний університет, Вільнюський університет, Університет Лісабона) запровадили інституційні дашборди якості, де в реальному часі відображаються показники успішності, відвідування, рівень задоволеності студентів, результати онлайн-опитувань.

В Україні елементи таких систем упроваджують Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського, Західноукраїнський національний університет, Харківський національний економічний університет, які створюють внутрішні аналітичні панелі для моніторингу навчальних результатів у Moodle, Canvas, Google Classroom або LMS «Е-кампус». Ці системи не лише спрощують внутрішній контроль, а й формують базу даних, необхідну для зовнішньої оцінки якості [31].

Цифрові індикатори внутрішнього QA охоплюють:

- частку курсів із цифровими компонентами;
- участь студентів у внутрішніх опитуваннях;
- динаміку навчальних досягнень у LMS;
- рівень цифрової активності викладачів;
- відповідність матеріалів стандартам академічної доброчесності (використання антиплагіатних систем).

[29] European Commission. DigCompEdu: The European Framework for the Digital Competence of Educators. Luxembourg: Publications Office of the EU, 2022.
[30] EQAR. Database of External Quality Assurance Results (DEQAR): Annual Report 2024. 2024.
[31] Міністерство освіти і науки України. Єдина аналітична освітня платформа: концепція розбудови. Київ, 2023.

Такі індикатори формують «цифровий профіль якості» закладу, який згодом може бути використаний зовнішніми агентствами (НАЗЯВО, ДСЯО) для ризик-орієнтованого моніторингу.

Ключову роль у новій парадигмі якості відіграє цифрова компетентність викладачів і керівників. Згідно з рамкою DigCompEdu (2022), вона визначається шістьма сферами: професійне використання цифрових технологій, створення цифрового контенту, педагогічне застосування ІКТ, оцінювання навчальних досягнень, сприяння розвитку цифрових навичок студентів та інклюзивність цифрового середовища [32].

У практиці QA дедалі частіше спостерігається оцінювання саме цифрової готовності персоналу. Університети Нідерландів і Фінляндії запровадили систему самооцінювання SELFIE for Teachers, що дозволяє визначати індивідуальний рівень цифрової компетентності та планувати професійне зростання. В Україні подібні підходи застосовуються у межах проєкту МОН «Цифрова компетентність педагога», який використовує національну рамку ЦКП-2023.

Дані таких самооцінювань можна інтегрувати у внутрішні системи якості, що дає змогу корелювати рівень цифрових навичок викладачів із результатами студентів, залученістю до онлайн-навчання та показниками задоволеності навчальним середовищем.

Формування цифрової культури якості – один із найскладніших, але стратегічно важливих аспектів сучасної освіти. Йдеться не лише про володіння інструментами, а про спільну цінність постійного вдосконалення, відкритості та аналітичного мислення.

Цифрова культура якості має кілька вимірів:

1. Організаційний – наявність єдиної цифрової стратегії, інтеграція QA у систему управління даними;

2. Технологічний – використання сучасних інструментів моніторингу, візуалізації та аналітики;

3. Поведінковий – готовність викладачів і студентів діяти прозоро, аналізувати дані, ініціювати зміни;

4. Етичний – дотримання правил конфіденційності, академічної доброчесності, цифрової безпеки.

В Україні цифрова культура якості формується поступово, але воєнний контекст парадоксально прискорив цей процес. Масовий перехід на дистанційне навчання змусив заклади освіти швидко адаптуватися, створюючи цифрові бібліотеки, внутрішні репозитарії,

[32] European Commission. DigCompEdu: The European Framework for the Digital Competence of Educators. Luxembourg: Publications Office of the EU, 2022.

електронні системи оцінювання. Цей досвід довів, що цифрова зрілість стає визначальною умовою стабільності системи QA в умовах кризи.

Таблиця 4

Взаємозв'язок цифрової зрілості та ефективності QA

Рівень цифрової зрілості закладу	Характеристика системи QA	Типові індикатори
Базовий	Оцифровані документи, але без аналітики	Електронні звіти, відомості
Середній	Використання LMS, опитувань, е-кабінетів	Дані про успішність, опитування студентів
Просунутий	Автоматизовані процеси, ризик-аналіз, інтеграція з ЄДЕБО	Дашборди якості, метрики цифрової активності
Аналітичний	Прогнозування якості, AI-аналітика, відкриті дані	Прогнозні моделі, інтерактивна звітність

Таким чином, розвиток цифрової культури якості є не лише технологічним, а й управлінським і ціннісним завданням. Вона забезпечує сталість процесів QA, підвищує рівень довіри до освітніх результатів і створює підґрунтя для подальшої інтеграції України у європейський освітній простір.

Європейський освітній простір сьогодні є лабораторією нових моделей цифрового забезпечення якості. Розвиток інформаційних технологій, відкритих даних, інструментів штучного інтелекту та електронного документообігу створює умови для якісно нових підходів до моніторингу та оцінювання освітніх процесів.

Попри спільність принципів ESG та EQAVET, кожна країна має власну траєкторію цифрової еволюції QA – залежно від рівня цифрової зрілості освітньої системи, фінансування, традицій управління та нормативного контексту.

Ключові тенденції цифровізація QA у країнах ЄС:

1. Естонія (EKKA) – одна з найбільш цифрово зрілих систем. Усі процедури акредитації відбуваються через електронну платформу EKKA InfoSystem. Для збору даних використовується аналітичний модуль HaridusSilm, який інтегрований із національними освітніми реєстрами. У 2023 році EKKA тестувала моделі штучного інтелекту для аналізу звітів експертів і виявлення ризиків.

2. Литва (SKVC) – активно впроваджує концепцію “data-driven QA”. Усі результати оцінювання програм публікуються у відкритій базі даних. SKVC також веде електронний реєстр рішень про акредитацію, що забезпечує прозорість і простежуваність процедур.

3. Польща (PKA) – створила систему e-Akredytacja, яка об’єднує бази експертів, електронні звіти університетів і дані з національної системи POL-on. У 2024 році розпочато розробку модулів аналітики якості навчання на основі даних із Moodle.

4. Німеччина (AQAS) – зробила акцент на інтеграції QA у дуальну освіту. Експертні групи мають доступ до цифрових профілів роботодавців і студентів, що дозволяє враховувати результати практики. Важливим компонентом є електронна база компетентностей (Kompetenzatlas).

5. Іспанія (ANECA) – упровадила систему ANECA Digital, яка підтримує онлайн-процедури акредитації, базу аналітичних звітів і моніторинг показників інтернаціоналізації.

6. Чехія (NAÚ) – використовує портал InfoStudium, що дозволяє експертам переглядати матеріали програм, заповнювати чек-листи та створювати звіти безпосередньо в системі.

7. Фінляндія (FINEEC) – робить ставку на відкритість даних. Результати оцінювання, кейси кращих практик і показники цифрової готовності університетів доступні публічно через портал Vipunen.

8. Нідерланди (NVAO) – поєднує інституційну акредитацію з цифровими аудитами. Створено аналітичну панель *NVAO* Analytics, де університети бачать результати порівняльного аналізу власних програм з аналогічними у країнах Бенілюксу.

9. Португалія (A3ES) – цифровізувала весь цикл оцінювання. Платформа SIIES забезпечує електронне подання документів, обмін коментарями експертів, а також автоматичну валідацію даних через державний портал dados.gov.pt.

10. Ірландія (QQI) – стала піонером ризик-орієнтованих підходів, базованих на цифрових показниках. Використовується Learner Outcomes Database для аналізу працевлаштування, академічної мобільності та залученості студентів [33] [34].

[33] NOKUT. The Norwegian student survey - Studiebarometeret. 2023.
[34] QQI. Quality and Qualifications Ireland - Digital developments in QA. 2022.

Таблиця 5

Цифрові інструменти зовнішнього забезпечення якості у країнах ЄС

Країна	Агентство	Основні цифрові рішення	Рівень відкритості даних	Потенціал для адаптації в Україні
Естонія	EKKA	Інтеграція з держреєстрами, AI-аналітика	Високий	Дуже високий
Литва	SKVC	Відкритий реєстр акредитацій	Високий	Високий
Польща	PKA	e-Akredytacja, POL-on	Середній	Високий
Німеччина	AQAS	Kompetenzatlas, база дуальної освіти	Середній	Середній
Іспанія	ANECA	ANECA Digital, інтернаціоналізаційна аналітика	Високий	Високий
Чехія	NAÚ	InfoStudium, онлайн-звітування	Середній	Середній
Фінляндія	FINEEC	Vipunen - аналітика якості	Високий	Дуже високий
Нідерланди	NVAO	NVAO Analytics	Високий	Високий
Португалія	A3ES	SIIES, автоматична валідація даних	Високий	Високий
Ірландія	QQI	Learner Outcomes Database	Високий	Високий

Європейський досвід цифрового забезпечення якості переконливо демонструє, що ключем до стійких результатів є не просто автоматизація процедур, а вибудова цілісних даних, прозорості та довіри. Естонія є показовою у цьому сенсі: цифрова держава з інтегрованими реєстрами створила можливість повної простежуваності освітніх траєкторій. Оцінювання якості тут спирається на агреговані дані, що надходять із національних баз, а також на електронні портфоліо здобувачів освіти. Практичний ефект полягає у скороченні часу проведення зовнішніх оцінювань і зменшенні адміністративного навантаження на заклади: значна частина інформації доступна експертам уніфіковано, без додаткових запитів [35].

Литва послідовно вибудовує екосистему «data-driven QA»: результати зовнішніх оцінювань і рішення про акредитацію публікуються у відкритому доступі, що не лише підвищує прозорість, а й формує конкуренцію практик якості між університетами. Важливо,

[35] European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA). (2024). The revision of the ESG: Process and structures (briefing note). Brussels, 2024.

що акценти робляться не тільки на відповідності вимогам, а й на аналітичних оглядах - порівнянні програм за основними індикаторами та описі кращих практик, які пропонуються для запозичення (м'який механізм «peer-learning») [36].

Польща демонструє системну інтеграцію джерел даних: електронні сервіси акредитації синхронізуються з державними освітніми реєстрами. Це дає можливість автоматично підтягувати статистику за студентськими контингентами, кадровим забезпеченням, результатами навчання і працевлаштуванням. Для українського контексту тут цінним є не стільки програмне забезпечення, скільки стандарти даних: показники, довідники, формати обміну й календар оновлення інформації – саме вони забезпечують порівнянність та відтворюваність [37].

Фінляндія об'єднує цифрові інструменти з розвитковою логікою оцінювання: публічні дашборди якості, національні опитування, тематичні дослідження та відкриті кейси дозволяють університетам бачити власні «зони зростання» у дзеркалі системних даних. Цифровізація тут не підмінює експертизу, а підсилює її доказовою базою, з якої народжуються рекомендації для удосконалення внутрішніх політик.

Ірландія показує, як цифровізація працює в секторі VET і учнівства: інтегровані реєстри дозволяють простежувати результати навчання на робочому місці, а регулярні онлайн-опитування роботодавців формують «зовнішній голос» якості. Використання таких «свідчень ринку праці» у процедурах QA зменшує розрив між освітою та економікою і дає змогу коригувати програми на підставі реальних потреб [38].

Порівняльний підсумок цих кейсів важливий для України з двох причин. По-перше, він вказує на пріоритет стандартів даних і відкритості, без яких цифрові платформи залишаються лише електронним діловодством. По-друге, демонструє, що цифровізація є ефективною там, де вона вмонтована у розвиткову логіку оцінювання: дані не карають, а підказують траєкторії поліпшення.

Порівняльний аналіз демонструє, що цифровізація зовнішнього QA у Європі пройшла кілька етапів – від оцифрування документообігу до створення повноцінних аналітичних екосистем. Найвищий рівень зрілості спостерігається у країнах Балтії, Скандинавії та Бенілюксу, де цифрові платформи перетворилися на механізм стратегічного управління якістю.

[36] OECD. (2025). Ensuring quality in VET and higher education: Getting quality assurance right (Education Policy Perspectives No. 118). Paris: OECD Publishing, 2025.
[37] OECD. (2025). Ensuring quality in VET and higher education: Getting quality assurance right (Education Policy Perspectives No. 118). Paris: OECD Publishing, 2025.
[38] QQI. Quality and Qualifications Ireland - Digital developments in QA. 2022.

Україна перебуває на етапі переходу від цифровізації процедур до використання даних як інструменту аналітики. Досвід Естонії, Литви, Польщі та Ірландії є найбільш релевантним для адаптації, оскільки відповідає рівню розвитку нашої інфраструктури та регуляторних можливостей.

У подальшому інтеграція українських цифрових платформ QA із європейськими (наприклад, через API до DEQAR або Erasmus+ Quality Hub) може стати реальним кроком до гармонізації систем якості.

Розвиток системи забезпечення якості освіти в Україні останніми роками тісно пов'язаний із процесами цифрової трансформації. Цифровізація стала не лише засобом оптимізації процедур, а й ключовим чинником прозорості, довіри та міжнародної інтеграції у європейський простір вищої та професійної освіти [39].

З початку 2020-х років в Україні сформувалася цифрова екосистема забезпечення якості вищої освіти, яку сьогодні представляють кілька ключових платформ і інституцій:

- Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти (НАЗЯВО) – координує процеси акредитації освітніх програм, забезпечує зовнішню експертизу та формує бази даних про заклади освіти.
- Єдина державна електронна база з питань освіти (ЄДЕБО) – головне джерело структурованих освітніх даних, що охоплює всі рівні освіти.
- Електронний кабінет НАЗЯВО, запущений у 2021 році, забезпечує повну цифровізацію процедури акредитації – від подання документів до публікації рішення.
- Платформа «Профосвіта» – цифровий інструмент моніторингу якості професійної освіти, що містить дані про заклади, програми, учнів і роботодавців.

Завдяки цим інструментам відбулася фактична відмова від паперового документообігу та перехід до електронної взаємодії між учасниками QA. На додачу, у 2023 році МОН започаткувало розробку Єдиної аналітичної освітньої платформи, покликаної інтегрувати дані з НАЗЯВО, ЄДЕБО, ДСЯО та «Профосвіти» в єдиний цифровий контур.

Національне агентство активно впроваджує електронні інструменти оцінювання якості, які охоплюють:

- онлайн-подачу заявок на акредитацію;
- формування та обмін експертними звітами;
- електронне опитування здобувачів і роботодавців;
- публічний доступ до результатів оцінювання через портал НАЗЯВО.

[39] EQAR. Database of External Quality Assurance Results (DEQAR): Annual Report 2024. 2024.

У 2024 році запроваджено автоматизовану систему формування експертних груп, що підвищило об'єктивність і прозорість процедур. Крім того, створено цифровий реєстр експертів, який містить інформацію про кваліфікацію, досвід і спеціалізацію кожного фахівця.

Ці інновації дають змогу здійснювати аналітичний моніторинг ефективності експертиз і знижують ризик людського фактору.

У системі професійної (VET) освіти цифровізація QA просувається через платформу «Профосвіта», створену за підтримки ЄС у межах проєкту EU4Skills. Платформа забезпечує збір статистичних і якісних даних про заклади ПТО, програми навчання, педагогів і роботодавців.

На основі цих даних формується цифровий профіль якості кожного закладу ПТО, який охоплює:

- рівень відповідності стандартам EQAVET;
- кількість сертифікованих програм;
- результати опитувань роботодавців;
- працевлаштування випускників.

У 2023-2024 роках розпочато інтеграцію «Профосвіти» з ЄДЕБО, що дозволить у перспективі створити повноцінну систему аналітики якості професійної освіти на національному рівні.

Війна парадоксально прискорила цифрову трансформацію освіти. Через руйнування інфраструктури, релокацію університетів і неможливість очних візитів експертів більшість процедур QA з 2022 року проводяться у дистанційному або змішаному форматі.

НАЗЯВО та ДСЯО розробили регламент проведення онлайн-акредитацій, які включають:

- дистанційні інтерв'ю зі здобувачами освіти;
- електронну верифікацію навчальних ресурсів;
- віртуальні «кампус-візити» з використанням відеотрансляцій.

Водночас війна висвітлила проблеми нерівномірності цифрової готовності. Заклади, розташовані в регіонах із пошкодженою інфраструктурою, не завжди мають належний технічний доступ до платформ, що ускладнює подання матеріалів або проведення експертиз.

Окремим викликом є питання кібербезпеки та захисту даних: зростає ризик несанкціонованого доступу до електронних баз або викривлення аналітичних результатів.

Попри відчутний прогрес, українська система QA стикається з низкою системних проблем, які потребують комплексного вирішення:

- фрагментарність нормативної бази щодо цифрового QA;
- обмежене фінансування для підтримки цифрових платформ і кіберзахисту;
- нестача аналітичних кадрів у сфері освіти;
- нерівномірний рівень цифрової компетентності працівників закладів освіти;
- низький рівень інтеграції з європейськими базами даних (наприклад, EQAR, DEQAR).

Ці фактори гальмують ефективне використання даних для прогнозування якості та ризик-орієнтованого моніторингу.

Нами проведено SWOT-аналіз цифровізації системи QA в Україні (табл. 6).

Таблиця 6

SWOT-аналіз цифровізації системи QA в Україні

Сильні сторони (Strengths)	Слабкі сторони (Weaknesses)
Наявність цифрових платформ (НАЗЯВО, ЄДЕБО, Професвіта)	Відсутність єдиної інтегрованої системи аналітики даних
Підтримка з боку держави та партнерів ЄС	Нерівномірна цифрова готовність закладів освіти
Запуск онлайн-акредитацій та електронних процедур	Недостатня цифрова компетентність персоналу
Розвиток відкритих баз і публічних звітів	Обмежені ресурси на підтримку кібербезпеки

Синтезуючи сильні сторони та можливості, доцільно визначити покрокову дорожню карту переходу до інтелектуалізованої моделі цифрового забезпечення якості.

2025: нормативна консолідація даних. Прийняття єдиного стандарту даних для QA (метадані, формат, періодичність оновлення, політика доступу), узгодженого між МОН, НАЗЯВО, ДСЯО та «Професвітою». Уніфікація показників для ЗВО і VET - через карту індикаторів, спільну для ESG/EQAVET [40] [41].

2026: інтеграційний шар. Запуск API-шлюзів між ЄДЕБО, електронним кабінетом НАЗЯВО та «Професвітою». Пілот ризик-моделі на 2–3 кластерах закладів (за типами або регіонами) з використанням BI-панелей для візуалізації контурів ризику [42].

[40] European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA). (2024). The revision of the ESG: Process and structures (briefing note). Brussels, 2024.
[41] European Parliament and Council. Recommendation of 18 June 2009 on the establishment of a European Quality Assurance Reference Framework for Vocational Education and Training (EQAVET). Official Journal of the European Union, C 155/1.
[42] Міністерство освіти і науки України. Цифровізація професійної освіти: напрями та інструменти розвитку. Київ, 2023.

2027: розширення аналітики. Впровадження методики ризик-оцінювання, що поєднує академічні, управлінські і ринкові індикатори (успішність, відсів, працевлаштування, задоволеність, інтернаціоналізація). Узгодження з новою редакцією ESG-2027, включно з етичними положеннями щодо даних та ШІ.

2028: інтелектуалізація процедур. Запуск NLP-модулів попереднього аналізу самооцінок і експертних звітів (кластеризація тем, виявлення повторюваних ризиків, аномалій). Пілот автоматизованих «профілів якості» закладів із відкритими дашбордами[43].

2029: довіра та інтероперабельність. Пілот блокчейн-верифікації результатів акредитацій і мікрокваліфікацій (у тому числі для VET-модулів). Інтеграція з DEQAR/EQAR через відкриті інтерфейси для взаємного використання даних[44].

2030: масштабування. Перехід до гібридних акредитацій, де частина доказів формується автоматично з національних баз; тематичні оцінювання з опорою на дані; регулярні публічні огляди «якості за даними» зі сценарним прогнозуванням для державної політики.

Управління цією дорожньою картою має здійснюватися через міжінституційну раду з data governance у сфері QA, що затверджує стандарти даних, політику доступу, протоколи етичного використання та плани кіберстійкості.

Таблиця 7.

Можливості (Opportunities)	Загрози (Threats)
Інтеграція з європейськими системами EQAR і DEQAR	Кібератаки, втрати даних, дезінформація
Розвиток AI-аналітики у QA	Можливе зниження якості експертиз через дистанційний формат
Використання даних для прогнозування якості	Втрата довіри у разі технічних збоїв або витоку інформації
Залучення міжнародних грантів на цифровізацію	Відтік кваліфікованих кадрів унаслідок війни

Україна зробила суттєвий крок до створення цифрової системи забезпечення якості, але її подальший розвиток вимагає переходу від фрагментарних ініціатив до комплексної стратегії цифрової аналітики. Ключовими завданнями найближчих років є:

a) інтеграція освітніх баз у єдину національну платформу даних;

b) формування цифрових компетентностей учасників QA;

c) створення системи ризик-орієнтованого моніторингу;

d) забезпечення кіберстійкості освітніх платформ;

[43] NOKUT. The Norwegian student survey - Studiebarometeret. 2023.
[44] EQAR. Database of External Quality Assurance Results (DEQAR): Annual Report 2024. 2024.

е) гармонізація української системи якості з європейськими цифровими стандартами ESG та EQAVET.

У перспективі це дозволить побудувати data-driven модель забезпечення якості, де рішення ухвалюються не лише на основі експертних оцінок, а й завдяки аналітиці великих даних, відкритості інформації та довірі до цифрових джерел.

Отже, досвід України у цифровізації системи забезпечення якості свідчить про поступову консолідацію ініціатив, але потребує стратегічного бачення майбутнього розвитку, що визначить основні напрями трансформації до 2030 року.

До 2030 року система забезпечення якості освіти у світі зазнає глибокої трансформації, зумовленої стрімким розвитком штучного інтелекту, хмарних технологій, інтернету речей (IoT), блокчейну та аналітики великих даних. Україна, інтегрована у Європейський простір вищої освіти, неминуче рухається в тому ж напрямі, що й країни ЄС, хоча зі своїми викликами та специфічними умовами післявоєнного відновлення.

Цифровізація забезпечення якості переходить із фази технічної автоматизації до фази інтелектуальної аналітики, де головну роль відіграють дані, алгоритми та довіра до цифрових процесів.

Підсумовуючи поточний стан цифрової трансформації системи забезпечення якості, можна стверджувати, що Україна сформувала міцне підґрунтя для подальшого розвитку. Наступним стратегічним кроком є визначення довгострокового бачення та пріоритетів цифрового забезпечення якості освіти до 2030 року, з урахуванням тенденцій європейського простору та нових технологічних рішень.

Зазначені тенденції визначають рамку, у межах якої формується бачення цифрового забезпечення якості в Україні.

Цифрові інструменти поступово набувають аналітичних функцій, виходячи за межі технічного адміністрування.

Опишемо основні тенденції глобального розвитку систем QA.

На рівні Європейського простору вищої освіти (EHEA) уже зараз формуються підходи, які визначатимуть вигляд забезпечення якості у наступному десятилітті [45]:

- інтеграція ESG-2027 із цифровими стандартами (оцінювання цифрової зрілості, етичне використання ШІ, прозорість даних);
- поєднання ESG і EQAVET у спільній цифровій архітектурі для вищої та професійної освіти;

[45] European Commission. DigCompEdu: The European Framework for the Digital Competence of Educators. Luxembourg: Publications Office of the EU, 2022.

• створення європейського «Digital Quality Hub», який об'єднає агентства, університети та роботодавців у цифровій екосистемі відкритих даних;

• акредитація цифрових платформ навчання (MOOC, EdTech, micro-credentials) як новий напрям QA;

• використання «смарт-контрактів» на базі блокчейну для верифікації дипломів, сертифікатів і результатів навчання.

Ці тенденції формують основу для національних стратегій, включно з українською.

До 2030 року Україна має всі передумови стати учасником європейської Digital Quality Assurance Area (DQAA) – простору цифрової взаємодії у сфері забезпечення якості.

Основні орієнтири цього бачення:

1. Інтеграція національних баз даних (ЄДЕБО, НАЗЯВО, Профосвіта, ДСЯО) у спільну освітню аналітичну систему. Єдина база стане джерелом для автоматичного формування аналітичних звітів, рейтингових показників і ризик-індикаторів.

2. Побудова системи «data-driven QA» – управління якістю на основі даних. Замість експертних оцінок ex post система працюватиме на основі постійного цифрового моніторингу ex ante: аналітика успішності, працевлаштування, мобільності, академічної доброчесності.

3. Використання штучного інтелекту (AI) у QA. Використання технологій штучного інтелекту у системі забезпечення якості освіти відкриває нові можливості для підвищення ефективності управлінських і експертних процесів. Передусім, інструменти на основі алгоритмів машинного навчання здатні здійснювати автоматичний аналіз експертних звітів і програмних матеріалів, виявляючи змістові невідповідності, повтори чи пропуски у відповідності до стандартів ESG або EQAVET. Завдяки цьому значно скорочується час первинної перевірки документів і підвищується об'єктивність оцінювання.

4. Крім того, аналітичні моделі, що працюють із великими масивами освітніх даних, дозволяють визначати так звані «ризикові зони» – напрями або програми, де спостерігається зниження рівня залученості студентів, збільшення відсіву, або відхилення від типових показників результативності навчання. Такий підхід надає можливість не лише фіксувати проблеми, а й прогнозувати їх появу на ранніх етапах.

5. Ще одним перспективним напрямом є створення рекомендаційних систем, які на основі накопичених даних формують пропозиції щодо вдосконалення навчальних програм, методів викладання чи механізмів оцінювання. Такі системи можуть виступати консультативним інструментом для експертів і адміністрацій закладів освіти, сприяючи формуванню культури прийняття рішень, заснованої на доказах і даних.

6. Впровадження технології блокчейну у сертифікації результатів навчання. Це забезпечить неможливість фальсифікації дипломів і підтвердження автентичності навчальних досягнень на міжнародному рівні.

7. Створення цифрових профілів якості закладів освіти. Кожен університет або заклад ПТО матиме інтегровану сторінку з аналітичними дашбордами: дані про студентів, результати опитувань, кадровий склад, партнерства, рівень цифрової зрілості.

8. Побудова національного репозитарію відкритих даних QA. За аналогією з DEQAR (ЄС), він міститиме результати акредитацій, самооцінювання, статистику та аналітичні висновки.

Таблиця 8

Етапи еволюції цифрової системи QA (2024–2030)

Етап	Характеристика	Ключові інструменти / ініціативи
2024–2025 Консолідація даних	Інтеграція баз НАЗЯВО, ЄДЕБО, Профосвіта	Єдина аналітична освітня платформа (МОН)
2025–2026 Автоматизація процедур	Електронні візити, цифрові звіти, онлайн-опитування	Е-кабінет QA 2.0, цифрові панелі
2026–2027 Аналітика і прогнозування	Використання BI-інструментів, ризик-моделювання	Power BI, Tableau, DataStudio-аналітика
2027–2028 Інтелектуалізація QA	Застосування AI для аналізу й прогнозів	NLP-аналіз звітів, AI-оцінювання ризиків
2028–2030 Цифрова довіра і блокчейн-верифікація	Відкрита екосистема, європейська інтеграція	Blockchain-сертифікація, DQAA-API до EQAR/DEQAR

Нові технологічні рішення для QA:

1. Штучний інтелект (AI) і машинне навчання (ML). Використовуватимуться для семантичного аналізу звітів, виявлення патернів у даних і формування прогнозів успішності освітніх програм.

2. Big Data Analytics. Поєднання освітніх, демографічних і економічних даних дасть змогу оцінювати вплив програм на ринок праці.

3. Blockchain. Гарантія автентичності документів, результатів акредитації та дипломів. У ЄС уже діють пілоти (Europass Digital Credentials Framework), Україна може долучитися після 2026 року.

4. Data Governance та цифрова етика. Формування політик управління даними, захисту приватності, етичного використання аналітики. Це особливо важливо для уникнення маніпуляцій даними та забезпечення прозорості алгоритмів AI.

5. Візуальна аналітика якості (Quality Dashboards). Використання інтерактивних панелей для візуалізації ключових індикаторів: рівень задоволеності, академічна мобільність, показники інтернаціоналізації.

Модель Smart QA 2030 поєднує засадничі принципи ESG, EQAVET і цифрової етики, утворюючи цілісну концепцію інтелектуального управління якістю освіти. Її основою є п’ять взаємопов’язаних компонентів, які відображають еволюцію системи забезпечення якості у цифрову добу.

Першим компонентом є Smart Governance, що передбачає формування політики якості на основі даних. У межах цього підходу ухвалення управлінських рішень ґрунтується на автоматизованому зборі, аналізі та візуалізації освітніх даних, що забезпечує прозорість і підзвітність.

Другий блок – Smart Processes – охоплює цифровізацію акредитаційних процедур, ризик-орієнтоване оцінювання програм та використання технологій блокчейн для верифікації документів і результатів навчання. Це забезпечує надійність, скорочує часові витрати й мінімізує суб’єктивний вплив людського чинника.

У центрі моделі перебуває людина – Smart People, тобто експерти, аналітики та викладачі, які володіють розвиненими цифровими компетентностями. Саме вони здатні інтерпретувати дані, використовувати аналітичні інструменти та перетворювати цифрові ресурси на інтелектуальні рішення у сфері якості освіти.

Наступним елементом виступають Smart Tools – аналітичні платформи, модулі штучного інтелекту та системи прогнозування, що забезпечують глибоке розуміння тенденцій і підтримку рішень у процесі оцінювання. Ці технологічні інструменти створюють підґрунтя для перетворення звичайного контролю на динамічний процес управління знаннями.

Завершальним компонентом є Smart Trust, який поєднує відкритість даних, цифрову безпеку та суспільну довіру. Саме він формує етичну основу цифрової системи забезпечення якості, гарантує достовірність інформації та зміцнює довіру між усіма учасниками освітнього процесу.

Таким чином, модель Smart QA 2030 розглядається не лише як технологічна інновація, а як стратегічна рамка, що визначає майбутнє забезпечення якості освіти в умовах цифрової трансформації.

Досягнення стратегічних цілей цифрової трансформації системи забезпечення якості освіти до 2030 року потребує узгоджених дій на всіх рівнях – від державної політики до внутрішніх механізмів закладів освіти.

На рівні державного управління першочерговим завданням є оновлення Концепції цифрової трансформації освіти, у якій необхідно чітко визначити місце та роль забезпечення якості як складової цифрової екосистеми. У цьому контексті доцільним кроком стане розроблення національного стандарту цифрового забезпечення якості, який відповідатиме новій редакції ESG-2027 та забезпечить уніфікацію підходів до збору, зберігання і використання освітніх даних. Не менш важливим є створення інституційного механізму координації даних між Міністерством освіти і науки, НАЗЯВО, Державною службою якості освіти та закладами освіти. Така взаємодія дасть змогу формувати єдину аналітичну базу, необхідну для ефективного управління якістю на національному рівні.

Для агентств і органів, що відповідають за зовнішнє забезпечення якості, пріоритетом має стати впровадження алгоритмічних модулів оцінювання ризиків і систем прогнозування ефективності освітніх програм. Саме ці інструменти дадуть змогу перейти від реактивного аналізу до проактивного управління якістю. Перспективним напрямом є також створення пілотних AI-платформ, здатних автоматично аналізувати звіти акредитаційних експертиз і виявляти типові закономірності. Важливо, щоб Україна активно долучалася до європейських цифрових ініціатив у сфері QA - таких як DEQAR+ чи Digital Quality Hub, – адже участь у цих мережах підсилює міжнародну видимість української системи освіти та сприяє гармонізації стандартів.

Заклади освіти, у свою чергу, повинні стати рушійною силою впровадження цифрової аналітики на мікрорівні. Це передбачає створення внутрішніх центрів цифрового моніторингу якості, здатних забезпечувати збір і аналіз освітніх даних у режимі реального часу. Особливої ваги набуває підвищення цифрової компетентності викладачів, аналітиків і менеджерів QA, адже саме людський фактор визначає ефективність технологічних рішень. Університети мають активно використовувати можливості своїх LMS-систем і BI-платформ для розбудови внутрішніх індикаторів якості, що базуються на реальних освітніх даних, а не лише формальних звітах.

Не менш важливим напрямом є розвиток міжнародної взаємодії у сфері цифрового забезпечення якості. Українські агенції та університети мають налагодити системний обмін

даними та інтеграцію API-сервісів із європейськими партнерами, що дозволить забезпечити сумісність форматів та уніфікацію підходів до оцінювання. Особливу роль тут відіграють міжнародні проєкти – EU4Digital, Erasmus+, Horizon Europe, які можуть стати ключовим джерелом фінансування для розбудови цифрової інфраструктури QA, підготовки кадрів і розширення доступу до аналітичних технологій.

Таким чином, реалізація цифрової стратегії забезпечення якості вимагає не лише технологічних інновацій, а й глибокої культурної трансформації управління освітою — переходу від паперової звітності до системного мислення, заснованого на даних, відкритості та міжнародній співпраці.

Цифрове забезпечення якості освіти до 2030 року стає не лише технічним завданням, а новою парадигмою управління освітою. Україна має унікальну можливість здійснити перехід до «інтелектуальної моделі QA», що базується на даних, аналітиці та довірі.

Ця модель має три ключові орієнтири:

1. Data-driven transparency – ухвалення рішень на основі даних;

2. AI-empowered assessment – використання інтелектуальних технологій у QA;

3. Blockchain-secured credibility – гарантована автентичність і прозорість результатів.

У результаті до 2030 року система забезпечення якості освіти України може стати складовою європейської «цифрової екосистеми довіри», у якій контроль поступається місцем розвитку, а цифрові технології стають основою для сталого вдосконалення освіти.

Щоб цифровізація системи забезпечення якості не зводилася лише до оцифрування паперових форм і технічної автоматизації процесів, необхідно формувати узгоджену методологію вимірювання якості в цифровому середовищі. Її основою має стати **набір інтегрованих індикаторів**, які забезпечують можливість об’єктивного порівняння, прогнозування та вдосконалення освітньої діяльності.

Передусім, на рівні закладів освіти важливо враховувати **інституційні показники**, що характеризують ступінь упровадження цифрових технологій у внутрішні процеси. До них належать частка програм, які проходять зовнішнє оцінювання в електронному форматі, швидкість обробки акредитаційних справ, рівень зрілості внутрішніх систем управління навчанням (LMS), а також частка викладачів, які досягли підтвердженого рівня цифрової компетентності за рамкою DigCompEdu. Такі показники дають уявлення про цифрову

готовність закладу і його спроможність до інтеграції у міжнародний простір забезпечення якості [46] [47].

Не менш важливими є **академічні індикатори**, які дають змогу оцінити вплив цифровізації на результати навчання. Йдеться про динаміку досягнення програмних результатів, стабільність переходу студентів між семестрами, своєчасність оцінювання, якість наданого зворотного зв'язку, а також про дотримання принципів академічної доброчесності, зокрема через антиплагіатні системи [48].

Окрему групу становлять **ринкові показники**, що відображають зв'язок освіти з економікою. Вони охоплюють частку випускників, працевлаштованих за спеціальністю протягом шести або дванадцяти місяців після завершення навчання, рівень участі роботодавців у підготовці кадрів, а також динаміку створення партнерств і місць практик. Така інформація особливо важлива для програм професійної освіти (VET), де якість визначається не лише освітніми, а й соціально-економічними результатами [49].

Четверта група – **перцепційні індикатори**, що відображають суб'єктивне сприйняття якості освітнього процесу його безпосередніми учасниками. Це рівень задоволеності студентів умовами навчання, оцінка викладачами власної цифрової активності та ставлення роботодавців до рівня підготовки випускників у цифровому середовищі. Такі показники збираються через регулярні онлайн-опитування й дають змогу оцінити не лише ефективність навчання, а й довіру до інституційних процесів.

Збирання даних для аналізу цих індикаторів може здійснюватися за допомогою цифрових анкет і модулів у системах управління навчанням. Для студентів це питання щодо зрозумілості системи оцінювання чи якості зворотного зв'язку; для викладачів – щодо використання аналітичних інструментів LMS; для роботодавців – щодо відповідності цифрових навичок випускників потребам ринку праці.

Методологічно важливо, щоб такі показники були узгоджені з європейськими стандартами ESG та EQAVET, відповідали вимогам захисту персональних даних і проводилися з дотриманням принципів наукової валідності. Для забезпечення динамічності системи пропонується різна періодичність збору: процесні показники – щосеместрово, результативні – щорічно, а ринкові – раз на два роки.

---

[46] Міністерство освіти і науки України. Цифровізація професійної освіти: напрями та інструменти розвитку. Київ, 2023.

[47] European Commission. DigCompEdu: The European Framework for the Digital Competence of Educators. Luxembourg: Publications Office of the EU, 2022.

[48] OECD. (2025). Ensuring quality in VET and higher education: Getting quality assurance right (Education Policy Perspectives No. 118). Paris: OECD Publishing, 2025.

[49] Council of the European Union. Council Recommendation on a European Framework for Quality and Effective Apprenticeships (2018/C 153/01). Official Journal of the EU, C 153/1, 2018.

Такий підхід дозволяє перетворити цифрові індикатори на **інструмент стратегічного управління якістю,** де рішення ухвалюються на підставі достовірних даних, а освітня політика спирається на доказову аналітику, а не лише на експертні оцінки.

Узагальнення запропонованих підходів дає змогу структурувати основні групи цифрових індикаторів якості освіти за їх змістом, призначенням та джерелами даних. У табл. 9 подано типологію таких індикаторів, що може слугувати орієнтиром для розбудови національної системи цифрового моніторингу якості.

Таблиця 9

Типологія цифрових індикаторів якості освіти

Група індикаторів	Зміст і призначення	Джерела даних / інструменти збору	Періодичність оновлення
Інституційні	Відображають ступінь цифрової зрілості закладу: частка програм із зовнішнім оцінюванням онлайн, зрілість LMS, рівень цифрової компетентності викладачів.	ЄДЕБО, LMS, електронні звіти закладів.	Щорічно
Академічні	Характеризують результати навчання в цифровому середовищі: академічна успішність, відсів, доброчесність, своєчасність оцінювання.	Електронні журнали, антиплагіатні системи, аналітика курсів.	Щосеместрово
Ринкові	Відображають зв'язок освіти з ринком праці: працевлаштування, стажування, партнерства.	Опитування випускників, реєстри зайнятості, CRM-платформи університетів.	Раз на 2 роки
Перцепційні	Вимірюють задоволеність учасників освітнього процесу, довіру до цифрових сервісів, оцінку роботодавців.	Онлайн-опитування студентів, викладачів і роботодавців.	Щорічно

Типологія чітко ілюструє, що сучасне оцінювання якості має бути багатовимірним. Лише поєднання інституційних, академічних, ринкових та перцепційних індикаторів забезпечує комплексне бачення стану освіти й дає можливість ухвалювати управлінські рішення на основі даних, а не суб'єктивних оцінок.

Узагальнюючи викладене, цифрова трансформація зовнішнього забезпечення якості постає не як окрема «програма інформатизації», а як зміна парадигми управління освітою, в якій провідну роль відіграють дані, етика їх використання та довіра. Там, де цифрові платформи з'єднані зі стандартами якості, а аналітика відкриває шлях до усвідомлених рішень,

контроль природно перетворюється на розвиток. Для України це не лише технічний виклик, а й можливість прискореної модернізації: узгодити політики з ESG/EQAVET, розбудувати культуру цифрової відповідальності та зробити якість освіти предметом публічної розмови, підкріпленої доказами. Саме так формується простір цифрової довіри, у якому якість – вимірювана, видима та керована.

Поступове впровадження цифрових інструментів у сферу QA відкриває перед системою освіти якісно нові можливості управління. Від моніторингу на основі звітів суспільство переходить до аналітики в режимі реального часу, від зовнішнього контролю – до внутрішньої відповідальності за результати. Такий перехід знаменує зміну парадигми – цифровізацію як основу сучасного управління якістю освіти.

Цифрова трансформація системи забезпечення якості освіти означає не просто технологічне оновлення її інструментарію, а перехід до нової логіки управління – від реагування на результати до передбачення тенденцій. Ця парадигма базується на даних, аналітиці та взаємній довірі учасників освітнього процесу. Вона переосмислює якість як динамічну властивість системи, що формується у процесі постійної взаємодії між студентами, викладачами, адміністрацією, роботодавцями та державними інституціями.

У цифровій парадигмі управління якістю ключову роль відіграє data-driven governance – управління, засноване на доказах і даних. Воно передбачає перехід від епізодичних перевірок до безперервного моніторингу, де кожне управлінське рішення спирається на результати аналітики. Дані стають не лише джерелом оцінки, а й активом, що формує довгострокову політику якості. Це зумовлює нові вимоги до культури управління - прозорості, цифрової етики та аналітичної компетентності.

Нова парадигма управління якістю характеризується кількома ознаками.

По-перше, вона є інтегрованою: цифрові системи QA пов’язують внутрішні механізми університетів із зовнішніми платформами акредитації, утворюючи цілісну екосистему.

По-друге, вона є адаптивною: цифрові індикатори дають змогу виявляти слабкі місця у реальному часі та гнучко реагувати на зміни.

По-третє, вона є прогностичною: аналітика великих даних і моделі штучного інтелекту дозволяють прогнозувати ризики зниження якості ще до їх фактичного прояву.

У такій системі трансформуються і ролі учасників управління якістю. Держава з наглядача перетворюється на координатора політики даних і стандартів; заклади освіти стають аналітичними центрами, що самостійно управляють власною якістю; викладачі – фасилітаторами цифрового навчання; здобувачі – активними постачальниками даних через

опитування, платформи відгуків і цифрові сліди навчання. Цей розподіл функцій створює середовище спільної відповідальності, у якому якість є результатом колективної взаємодії.

У центрі цієї нової парадигми – управління знаннями (knowledge management). Дані, зібрані в освітньому процесі, перетворюються на знання, а знання – на управлінські рішення. Це передбачає формування внутрішніх баз знань про ефективні педагогічні практики, типові помилки, динаміку студентських досягнень. Здатність системи QA навчатися на власних даних і вдосконалюватися на їхній основі є головною ознакою цифрової зрілості.

Приклади європейських країн показують практичний зміст цієї парадигми. У Фінляндії національна агенція FINEEC використовує дашборди для відстеження показників якості в університетах у режимі реального часу, а в Нідерландах створено систему NVAO Analytics, де поєднуються результати акредитацій, опитування студентів і дані працевлаштування. В Україні поступово формується аналогічний підхід – зокрема, через електронні кабінети НАЗЯВО та платформу «Профосвіта», що забезпечують відкритість і централізацію даних про якість освіти.

Особливої ваги набуває поняття цифрової довіри – сприйняття цифрових систем як надійних і безпечних. Її забезпечують принципи прозорості, верифікації та конфіденційності даних. Саме довіра робить цифрову екосистему QA життєздатною: без неї жодна технологія не перетвориться на інструмент розвитку.

Нова парадигма управління якістю також вимагає розвитку цифрового лідерства у сфері освіти. Керівники мають володіти компетенціями стратегічного управління даними, розуміти логіку аналітичних процесів і вміти поєднувати технологічні рішення з цінностями академічної доброчесності. Такий тип лідерства забезпечує сталий баланс між інноваційністю та етичністю цифрових практик.

Таким чином, цифровізація змінює саму сутність управління якістю освіти – з бюрократичної процедури вона перетворюється на інтелектуальний процес прийняття рішень. Нова парадигма формує освітній простір, де якість більше не контролюється ззовні, а генерується зсередини – через аналітику, довіру й партнерство. Це не лише інструмент модернізації, а й культурна трансформація, що визначатиме розвиток освіти у найближче десятиліття.

Європейська система забезпечення якості у сфері вищої та професійної освіти переживає глибоку трансформацію, що відображає перехід від нормативно-інституційних моделей до цифрово-аналітичних підходів. Цей процес охоплює як стандарти вищої освіти, так і

професійного навчання, створюючи єдиний простір довіри до якості, де ключову роль відіграють дані, прозорість і цифрові інструменти управління[50].

Редакція ESG (Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area) 2015 року започаткувала фундаментальну вимогу до відкритості інформаційних систем та публічності результатів зовнішнього оцінювання якості. У ній закладено принцип прозорості як умову формування культури довіри до системи освіти. Проте очікувана редакція ESG 2027 року відображає новий етап розвитку - перехід до повної цифрової інтеграції у забезпеченні якості. У центрі оновлення перебувають положення про створення єдиних цифрових платформ акредитації, інтегрованих баз даних для національних агенцій, а також використання аналітики навчальних даних (learning analytics) і штучного інтелекту для підтримки ухвалення рішень. Як зазначається у звіті OECD (2025), ефективна система забезпечення якості у XXI столітті повинна базуватися на доказах, що походять із цифрових екосистем, а не лише з паперових звітів і процедур. Такий підхід сприяє розвитку моделі управління якістю, орієнтованої на дані, аналітику та прогностичність рішень.

Важливим складником є впровадження EQAVET (European Quality Assurance Reference Framework for Vocational Education and Training), який спрямований на підтримку цифрової трансформації професійної освіти. У межах цього підходу запроваджуються цифрові інструменти оцінювання компетентностей, електронні портфоліо здобувачів освіти та онлайн-системи відстеження працевлаштування випускників [51]. Рекомендації Ради Європейського Союзу 2018 року підкреслюють необхідність гнучких механізмів забезпечення якості, що спираються на цифрові технології й тісно пов’язані з потребами ринку праці. Ці тенденції поступово реалізуються і в Україні, де Міністерство освіти і науки визначило цифровізацію професійної освіти одним із стратегічних напрямів розвитку галузі [52]. Таким чином, досвід ЄС формує рамкову основу для модернізації національної системи QA на принципах оперативності, інтерактивності та підзвітності.

Значний вплив на сучасну парадигму забезпечення якості мають також INQAAHE International Standards and Guidelines (ISG, 2022), які закликають до впровадження ризик-орієнтованих і аналітичних підходів. Відповідно до цих стандартів, ефективна система QA має бути risk-based і data-driven, тобто використовувати аналітичні алгоритми для прогнозування

[50] European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA). (2024). The revision of the ESG: Process and structures (briefing note). Brussels, 2024.
[51] European Commission. EQAVET - European Quality Assurance in Vocational Education and Training.
[52] Міністерство освіти і науки України. Цифровізація професійної освіти: напрями та інструменти розвитку. Київ, 2023.

ризиків і визначення зон підвищеної уваги ще до початку формальних процедур оцінювання [53]. У деяких країнах, зокрема в Ірландії, національне агентство QQI (Quality and Qualifications Ireland) уже впроваджує подібні аналітичні моделі, застосовуючи інструменти штучного інтелекту для виявлення ризиків у програмах і формування рекомендацій для їх поліпшення. Це знижує адміністративне навантаження та переводить акредитаційний процес у площину аналітичного управління якістю.

Ще одним важливим компонентом цифрової трансформації є підвищення компетентності педагогічних працівників. Європейська рамка DigCompEdu (2022) визначає цифрову компетентність викладача як один із критеріїв якості освітнього процесу [54]. Педагог стає не просто користувачем технологій, а фасилітатором цифрового середовища, який забезпечує адаптивне та аналітичне навчання. Цифрова компетентність у цьому контексті трактується не лише як технічна навичка, а як показник педагогічної зрілості та здатності підтримувати культуру даних у навчальному процесі. Таким чином, цифрові навички викладача дедалі частіше включаються до системи індикаторів якості освіти на рівні як окремих закладів, так і національних політик.

Окрему роль у розвитку цифрових вимірів якості відіграють європейські платформи відкритих даних, зокрема EQAR (Database of External Quality Assurance Results – DEQAR), що акумулює результати акредитацій понад п’ятдесяти національних агенцій [55]. З 2024 року база DEQAR функціонує як відкрите аналітичне сховище, яке поєднує результати зовнішніх перевірок, відгуки студентів (наприклад, дані норвезького дослідження NOKUT Studiebarometeret) і цифрові профілі закладів освіти. Такі системи сприяють формуванню загальноєвропейського простору довіри до якості освіти, де дані використовуються для метааналізу ефективності освітніх реформ та моніторингу тенденцій розвитку.

Сучасні європейські агенції – серед яких EUA (2021) та QAA (2022) – активно впроваджують моделі data – та risk-based QA, що передбачають використання аналітичних платформ, алгоритмів машинного навчання та інструментів візуалізації даних для виявлення ризиків у програмах і підвищення прозорості оцінювання[56]. Цей досвід поступово стає орієнтиром для українських реформ, зокрема у створенні Єдиної аналітичної освітньої платформи, яка об’єднає індикатори внутрішнього та зовнішнього оцінювання, результати акредитацій, дані про працевлаштування випускників і професійний розвиток педагогів [57]. У

[53] INQAAHE. International Standards and Guidelines (ISGs) for Quality Assurance in Tertiary Education. 2022.
[54] European Commission. DigCompEdu: The European Framework for the Digital Competence of Educators. Luxembourg: Publications Office of the EU, 2022.
[55] EQAR. Database of External Quality Assurance Results (DEQAR): Annual Report 2024. 2024.
[56] European University Association (EUA). Thematic analysis in external quality assurance: Trends and practices. 2021.
[57] Міністерство освіти і науки України. Єдина аналітична освітня платформа: концепція розбудови. Київ, 2023.

результаті цифровізація поступово перетворює систему забезпечення якості з адміністративної процедури на гнучкий механізм стратегічного управління знаннями.

Отже, європейські рамки якості демонструють перехід від традиційної бюрократичної моделі до цифрово-аналітичної парадигми, у якій головним джерелом доказів стають дані, а ключовими принципами – відкритість, аналітичність і співпраця. Для України інтеграція цих підходів є стратегічним кроком до створення ефективної системи забезпечення якості, побудованої на довірі, цифровій культурі та орієнтації на результати навчання.

Таким чином, європейські стандарти та рамкові документи забезпечення якості формують нову логіку управління, у якій цифрові технології виступають не лише як допоміжний ресурс, а як фундаментальна складова самої системи. Від концепцій і рекомендацій на рівні політик цей рух поступово переходить до практичного виміру – впровадження конкретних цифрових інструментів, що змінюють механізми зовнішнього оцінювання. Саме тому наступним кроком у дослідженні є аналіз цифрових інструментів, які сьогодні визначають ефективність зовнішнього забезпечення якості освіти.

Цифровізація зовнішнього забезпечення якості освіти не обмежується лише автоматизацією процесів. Вона радикально змінює сам характер процедур, роблячи їх більш відкритими, гнучкими та орієнтованими на доказову аналітику. Університети дедалі частіше готують і подають акредитаційні звіти в електронному форматі, що спрощує їх перевірку та обмін даними між різними рівнями системи. Акредитаційні агентства створюють інтегровані онлайн-платформи для взаємодії з експертами й закладами, що дозволяє проводити рецензування, консультації та експертні обговорення дистанційно. Студенти та випускники, у свою чергу, долучаються до процесу оцінювання через цифрові анкети, які збирають зворотний зв’язок у стандартизованій формі, придатній для подальшої аналітичної обробки [58].

У практиці європейських країн такі підходи вже стали нормою. У Нідерландах національне агентство NVAO запровадило інтегровану електронну систему подання заявок і рецензування програм, яка скорочує тривалість акредитаційного циклу майже на 40 %. Ця система не лише зменшує бюрократичне навантаження, а й дозволяє накопичувати велику кількість структурованих даних для аналітики. У Норвегії національне опитування студентів Studiebarometeret перетворено на багаторівневу інформаційну систему: отримані відгуки студентів використовуються не лише як засіб зворотного зв’язку, а й як емпірична база для побудови прогнозних моделей задоволеності та ефективності навчання [59]. Таким чином,

[58] NOKUT. The Norwegian student survey - Studiebarometeret. 2023.
[59] NOKUT. The Norwegian student survey - Studiebarometeret.

цифрові платформи стають джерелом не лише оцінки, а й управлінських рішень, заснованих на даних.

Українська система забезпечення якості також демонструє значний прогрес у напрямі цифровізації зовнішнього QA. Одним із ключових кроків стало створення електронного кабінету НАЗЯВО, який перетворився на цифрове ядро системи зовнішнього оцінювання. Цей інструмент дає змогу закладам вищої освіти подавати документи в електронному форматі, відстежувати етапи розгляду заявок, комунікувати з експертами та отримувати результати акредитацій онлайн. Такий підхід не лише підвищив прозорість процесу, а й значно зменшив можливості суб'єктивного впливу, що раніше залишалися потенційною проблемою в процедурі оцінювання [60].

У сфері професійної освіти аналогічну функцію виконує цифрова платформа «Профосвіта», що об'єднує реєстри закладів, програм, педагогічних працівників і здобувачів освіти. Вона вже сьогодні використовується як джерело аналітичних даних для оцінки ефективності освітніх програм, моніторингу контингенту здобувачів і виявлення тенденцій у працевлаштуванні випускників. За своїм потенціалом ця платформа може стати основою для створення ризик-орієнтованої моделі забезпечення якості у професійній освіті, де автоматизовані аналітичні модулі визначатимуть рівень ризику програм і рекомендуватимуть напрями їх поліпшення [61].

Сучасні аналітичні рішення також дозволяють здійснювати моніторинг якості на основі так званих цифрових слідів навчання (learning analytics) – даних про активність студентів у системах дистанційного навчання, участь у тестах, своєчасність виконання завдань тощо. У поєднанні з системами зовнішнього оцінювання такі дані можуть формувати повний профіль якості освітнього середовища. Це відкриває перспективу переходу від реактивної моделі контролю до проактивного управління якістю, коли рішення приймаються на основі прогнозних моделей, а не лише після завершення акредитаційного циклу [62].

У результаті цифрові інструменти у зовнішньому QA перетворюють систему забезпечення якості на інтегровану аналітичну екосистему, де дані про освітні процеси, результати навчання й зворотний зв'язок користувачів поєднуються в єдиному інформаційному просторі. Це створює новий тип управління якістю – відкритий, гнучкий і доказовий – який відповідає сучасним викликам цифрового суспільства та європейським стандартам освітньої політики.

[60] Міністерство освіти і науки України. Єдина аналітична освітня платформа: концепція розбудови. Київ, 2023.
[61] Міністерство освіти і науки України. Цифровізація професійної освіти: напрями та інструменти розвитку. Київ, 2023.
[62] EQAR. Database of External Quality Assurance Results (DEQAR): Annual Report 2024. 2024.

Таким чином, цифрові інструменти поступово трансформують зовнішнє забезпечення якості з адміністративної процедури у динамічну цифрову систему, засновану на даних. Якщо на початковому етапі цифровізація зводилася переважно до автоматизації подання документів і комунікації між учасниками процесу, то сьогодні її фокус зміщується до використання аналітичних даних для прогнозування, оцінювання ефективності програм і виявлення потенційних ризиків. Наступний етап цієї еволюції пов'язаний із впровадженням аналітики великих даних і технологій штучного інтелекту, які забезпечують якісно новий рівень управління знаннями та прийняття рішень у системі QA.

Розвиток цифрових інструментів поступово підводить систему забезпечення якості освіти до нового етапу - аналітичного управління, у якому рішення ґрунтуються не на інтуїції чи звітах, а на великих масивах даних. Цей етап характеризується інтеграцією технологій Big Data, machine learning і штучного інтелекту (AI) у процеси аналізу, прогнозування та оцінювання якості.

Сучасні європейські агентства – у Фінляндії, Великій Британії, Естонії – вже впроваджують системи аналітики освітніх даних (learning analytics, institutional data analytics), які дозволяють виявляти закономірності у результатах навчання, прогнозувати ризики відсіву студентів, оцінювати якість програм за непрямими показниками й будувати моделі кореляцій між цифровою активністю здобувачів і їхньою успішністю [63]. У таких системах аналітичні панелі (дашборди) перетворюються на інструменти стратегічного планування, що дозволяють не лише спостерігати, а й прогнозувати майбутні тенденції у сфері освіти.

В Україні цей напрямок перебуває на стадії становлення. У 2023 році Міністерство освіти і науки започаткувало проєкт Єдиної аналітичної освітньої платформи, яка має поєднати дані ЄДЕБО, «Професвіти» та НАЗЯВО в єдину інформаційну екосистему. Головна мета – створити цифровий контур освітньої аналітики, що забезпечить постійний моніторинг якості освіти у режимі реального часу та дасть змогу переходити від формального оцінювання до прогнозно-аналітичного управління [64] [65].

[63] Quality Assurance Agency for Higher Education (QAA, UK). Data and risk-based approaches to quality assurance. 2022.
[64] Міністерство освіти і науки України. Цифровізація професійної освіти: напрями та інструменти розвитку. Київ, 2023.
[65] Міністерство освіти і науки України. Єдина аналітична освітня платформа: концепція розбудови. Київ, 2023.

Таблиця 10

Етапи цифрової трансформації QA (аналітична схема)

Етап	Характеристика	Приклади реалізації
Цифровізація процесів	Оцифрування процедур подання, експертиз і звітів	Е-кабінет НАЗЯВО, онлайн-акредитації
Цифрова аналітика	Використання даних для моніторингу й ухвалення рішень	ЄДЕБО, інтерактивні дашборди НАЗЯВО
Інтеграція платформ	Об'єднання баз даних у спільну аналітичну систему	Єдина аналітична освітня платформа (план МОН)
Інтелектуалізація	Використання ШІ для аналізу тенденцій, ризиків і прогнозів	Пілотні моделі аналітики у QA, AI-модулі для акредитацій

У технологічному вимірі розвиток аналітики даних у QA охоплює кілька ключових напрямів.

По-перше, штучний інтелект (AI) і машинне навчання (ML) використовуються для семантичного аналізу звітів, виявлення прихованих закономірностей у великих наборах даних і формування прогнозів ефективності освітніх програм.

По-друге, Big Data Analytics дозволяє поєднувати освітні, демографічні й економічні показники, що створює підґрунтя для аналізу впливу освітніх програм на ринок праці.

По-третє, технологія Blockchain гарантує автентичність акредитаційних документів і дипломів, а її інтеграція у європейські проєкти на кшталт Europass Digital Credentials Framework створює передумови для взаємного визнання результатів QA між країнами ЄС.

По-четверте, Data Governance і цифрова етика визначають правила управління даними, захисту приватності й забезпечення прозорості алгоритмів, що стає критично важливим для запобігання маніпуляціям результатами аналізу [66].

Важливу роль відіграє також візуальна аналітика якості (Quality Dashboards) – інтерактивні панелі, які наочно відображають індикатори задоволеності студентів, працевлаштування випускників, рівень цифрової компетентності викладачів і показники інтернаціоналізації. Такі інструменти допомагають університетам і агентствам QA швидше приймати управлінські рішення на основі об'єктивних даних, а не лише експертних оцінок.

[66] OECD. (2025). Ensuring quality in VET and higher education: Getting quality assurance right (Education Policy Perspectives No. 118). Paris: OECD Publishing, 2025.

З методологічного погляду, упровадження AI і аналітики даних у QA вимагає перегляду традиційних підходів до інтерпретації результатів. Рішення, сформовані алгоритмами машинного навчання, повинні бути пояснюваними (explainable AI), тобто підлягати верифікації з боку експертів. Крім того, необхідно встановити баланс між автоматизацією і людським судженням: аналітика може підсилювати процес, але остаточна оцінка якості має залишатися у сфері відповідальності академічних спільнот.

Етичні аспекти цифрової аналітики передбачають розроблення чітких політик захисту даних, запобігання дискримінаційним алгоритмам і забезпечення рівного доступу до аналітичних ресурсів. У цьому контексті принципи Data Ethics і AI Transparency поступово стають частиною стандартів QA, що відповідає загальноєвропейській тенденції до поєднання етики, технологій і управління якістю.

Загалом, впровадження аналітики даних і штучного інтелекту у QA означає перехід від ретроспективного оцінювання до проактивного управління якістю, де аналітичні системи не лише фіксують минулі результати, а й формують сценарії майбутнього розвитку освітніх програм. Це перетворює систему забезпечення якості на інтелектуальну екосистему, у якій дані, технології та людський капітал взаємодіють для досягнення спільної мети – підвищення ефективності, довіри та прозорості освіти.

Однією з головних переваг цифровізації є посилення прозорості. Публічні онлайн-реєстри акредитованих програм, відкриті дашборди результатів опитувань, доступні звіти агентств створюють середовище, де учасники освітнього процесу бачать реальну картину.

У цьому контексті особливо важливою є ініціатива EQAR щодо створення Європейського порталу забезпечення якості (Database of External Quality Assurance Results), який уже містить понад 45 000 записів про акредитовані програми країн EHEA. Україна через НАЗЯВО приєдналася до EQAR у 2020 р., що стало важливим кроком до цифрової інтеграції у європейський простір [67]. Водночас прозорість потребує балансу із захистом персональних даних. Європейські агентства активно розробляють етичні кодекси використання цифрових слідів студентів, що згодом стане і викликом для української системи QA.

Починаючи з 2020 року, Україна послідовно формує власну цифрову екосистему забезпечення якості освіти, яка поєднує окремі інституційні та державні ініціативи у єдиний цифровий контур управління. Її ключовими компонентами є електронний кабінет НАЗЯВО, Єдина державна електронна база з питань освіти (ЄДЕБО), платформа «Профосвіта», а також цифрові модулі збору статистики Державної служби якості освіти. Кожен із цих інструментів

[67] European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA). (2024). The revision of the ESG: Process and structures (briefing note). Brussels, 2024.

виконує окрему функцію, проте в сукупності вони утворюють архітектуру національної системи цифрового забезпечення якості.

Під час воєнного стану роль цифрових платформ у системі освіти різко зросла. Якщо до 2022 року вони розглядалися переважно як інструменти ефективності та зручності, то після початку війни вони стали засобом виживання освітньої системи. Саме завдяки наявності цифрових інфраструктур стали можливими онлайн-акредитації, дистанційна комунікація експертів із закладами, а також гібридні формати перевірок, які забезпечили безперервність процесів QA навіть у критичних умовах. Цей досвід продемонстрував, що цифровізація має не лише технологічний, а й стратегічний вимір національної безпеки освітнього сектору.

Водночас розвиток цифрового QA в Україні стикається з низкою викликів. Найбільшою проблемою залишається нерівномірна цифрова готовність закладів освіти, особливо у регіонах, де бракує сучасного обладнання, стабільного інтернету та технічної підтримки. Другою критичною перешкодою є дефіцит IT-фахівців у сфері освіти, через що значна частина цифрових інструментів використовується лише частково. Не менш актуальною є проблема відсутності єдиного державного стандарту цифрової звітності для QA, через що у різних інституціях застосовуються несумісні формати даних. Нарешті, в Україні все ще обмежено використовується аналітика великих даних для ухвалення управлінських рішень, що не дозволяє повною мірою реалізувати потенціал цифрової трансформації.

Подолання цих бар'єрів вимагає системного підходу, який поєднує нормативне оновлення, підготовку кадрів, розвиток цифрової інфраструктури та аналітичної культури у сфері освіти. У стратегічному вимірі це означає перехід від фрагментарних цифрових ініціатив до створення єдиної аналітичної освітньої платформи, інтегрованої з міжнародними базами даних якості (EQAR/DEQAR) та європейськими рамками ESG і EQAVET.

Отже, цифровізація української системи QA не є одномоментним явищем, а розвивається поступово, проходячи кілька взаємопов'язаних стадій. Послідовність і зміст цих етапів наведено у таблиці 11.

Таблиця 11

Етапи цифрової трансформації системи QA в Україні

Етап	Характеристика процесу	Приклади реалізації
1. Цифровізація процесів	Оцифрування процедур подання документів, проведення експертиз та акредитаційних звітів	Електронний кабінет НАЗЯВО, онлайн-акредитації

2. Цифрова аналітика	Використання даних для моніторингу, звітності й ухвалення рішень на основі доказів	ЄДЕБО, інтерактивні дашборди НАЗЯВО, звітність ДСЯО
3. Інтеграція платформ	Консолідація баз даних у єдину аналітичну систему, що поєднує загальну, вищу та професійну освіту	Єдина аналітична освітня платформа (ініціатива МОН, 2023)
4. Інтелектуалізація системи QA	Використання алгоритмів штучного інтелекту для аналізу тенденцій, прогнозування ризиків та підтримки рішень	Пілотні моделі аналітики на основі AI, розробки НАЗЯВО і МОН

На сучасному етапі Україна переходить від етапу цифрової аналітики до інтеграції платформ, що передбачає створення спільних баз даних, сумісних форматів обміну інформацією та формування інституційних політик data governance. Очікується, що після 2026 року розпочнеться четвертий етап – інтелектуалізація QA, коли штучний інтелект стане невід'ємною частиною процесів оцінювання, моделювання ризиків і прогнозування якості програм.

Українська модель цифрової трансформації QA поступово набуває системного характеру, поєднуючи технологічні інновації з державним управлінням освітою. Проте для її повної реалізації потрібні узгоджені стандарти цифрової звітності, єдина платформа даних і розбудова людського капіталу у сфері освітньої аналітики. Лише за цих умов цифровізація забезпечення якості стане не проєктом, а стійкою екосистемою, інтегрованою у європейський простір освіти.

Висновки. Сучасна система забезпечення якості освіти вступає у фазу глибокої трансформації, що ґрунтується на принципах цифровізації, відкритості та аналітичності управління. Аналіз європейських тенденцій і українського досвіду свідчить, що цифровізація вже не розглядається як технічний інструмент оптимізації окремих процесів, а стає новою парадигмою управління якістю – системою, у якій дані, технології й людський капітал формують спільний простір довіри. Вона інтегрує елементи аналітики, штучного інтелекту, блокчейну та ризик-орієнтованих моделей оцінювання, створюючи основу для формування інтелектуальної моделі Smart QA. В українському контексті цифрова трансформація системи забезпечення якості відбувається поступово, проте демонструє помітні результати. Розбудова таких інституційних інструментів, як електронний кабінет НАЗЯВО, ЄДЕБО, «Профосвіта» та цифрові модулі Державної служби якості освіти, дала змогу сформувати стійкий цифровий контур, який забезпечив безперервність функціонування системи освіти навіть у надзвичайних умовах війни. Цей досвід засвідчив не лише технічну життєздатність цифрових платформ, а й їхню стратегічну роль у збереженні довіри до української освіти.

Разом із тим, нинішня модель цифрового забезпечення якості має фрагментарний характер і потребує уніфікації даних, узгодження інституційних стандартів та впровадження єдиної аналітичної екосистеми. Ключовим викликом залишається нерівномірна цифрова готовність закладів освіти, нестача IT-фахівців у галузі, обмежене застосування аналітики великих даних і штучного інтелекту у прийнятті управлінських рішень. Подолання цих бар'єрів передбачає формування єдиної державної політики цифрового забезпечення якості, яка має спиратися на принципи ESG-2027, EQAVET і DigCompEdu, гармонізовані з європейськими практиками.

Перспективи розвитку системи QA до 2030 року пов'язані зі становленням моделі Smart QA – інтелектуальної системи управління якістю, побудованої на аналітичних індикаторах, автоматизованому прогнозуванні та технологіях блокчейн-верифікації освітніх результатів. У такій системі цифрові платформи перетворюються на центри аналітичного управління, а штучний інтелект стає інструментом підтримки експертних рішень. Водночас особливого значення набуває розвиток цифрової культури учасників освітнього процесу, адже технологічна інфраструктура буде ефективною лише за умови наявності високого рівня цифрової компетентності педагогів, експертів і менеджерів освіти.

Подальше вдосконалення національної системи QA передбачає перехід від формальної цифровізації до стратегічного управління на основі даних, запровадження механізмів data governance, розвитку міжінституційної взаємодії та етичного регулювання використання освітньої аналітики. Такий підхід дозволить забезпечити сталість реформ, зміцнити міжнародну довіру до українських освітніх інституцій і посилити інтеграцію України до єдиного європейського простору якості освіти.

Список використаних джерел

OECD. (2025). Ensuring quality in VET and higher education: Getting quality assurance right (Education Policy Perspectives No. 118). Paris: OECD Publishing, 2025. URL: https://doi.org/-10.1787/e6862056-en

European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA). (2024). The revision of the ESG: Process and structures (briefing note). Brussels, 2024. URL: https://www.enqa.eu/esg-revision-process

European Parliament and Council. Recommendation of 18 June 2009 on the establishment of a European Quality Assurance Reference Framework for Vocational Education and Training (EQAVET). Official Journal of the European Union, C 155/1. URL:https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX: 32009H0708(01)

European Commission. EQAVET - European Quality Assurance in Vocational Education and Training. URL:https://education.ec.europa.eu/quality-assurance-vet

Council of the European Union. Council Recommendation on a European Framework for Quality and Effective Apprenticeships (2018/C 153/01). Official Journal of the EU, C 153/1, 2018. URL:https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32018H0502(01)

INQAAHE. International Standards and Guidelines (ISGs) for Quality Assurance in Tertiary Education. 2022. URL:https://www.inqaahe.org/isg

Williams, P. Quality assurance and quality enhancement: Is there a relationship? Quality in Higher Education, 2016, 22(2), 97–102. https://doi.org/10.1080/13538322.2016.1227206

Міністерство освіти і науки України. Цифровізація професійної освіти: напрями та інструменти розвитку. Київ, 2023. URL:https://mon.gov.ua/ua/news/tsyfrovizacziya-profesijnoyi-osvity

NOKUT. The Norwegian student survey – Studiebarometeret. 2023. URL: https://www.studie-barometeret.no/en

QQI. Quality and Qualifications Ireland - Digital developments in QA. 2022. URL: https://www.qqi.ie

European University Association (EUA). Thematic analysis in external quality assurance: Trends and practices. 2021. https://eua.eu/resources/publications/969:thematic-analysis-in-external-quality-assurance.html

Quality Assurance Agency for Higher Education (QAA, UK). Data and risk-based approaches to quality assurance. 2022. URL:https://www.qaa.ac.uk

European Commission. DigCompEdu: The European Framework for the Digital Competence of Educators. Luxembourg: Publications Office of the EU, 2022. URL:https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcompedu_en

EQAR. Database of External Quality Assurance Results (DEQAR): Annual Report 2024. 2024. URL:https://www.eqar.eu/qa-results/deqar-annual-report-2024/

Міністерство освіти і науки України. Єдина аналітична освітня платформа: концепція розбудови. Київ, 2023. URL:https://mon.gov.ua

Анотація

Дослідження присвячене теоретико-методологічному аналізу цифровізації систем зовнішнього забезпечення якості вищої та професійної освіти в умовах європейської інтеграції. У ньому обґрунтовано, що цифрова трансформація постає не лише як технологічний тренд, а як нова парадигма управління якістю освіти, заснована на даних, аналітиці та довірі. Проведено порівняльний аналіз міжнародних підходів (ESG, EQAVET, ISGs, DigCompEdu) та визначено їхній вплив на розвиток української системи забезпечення

якості. Показано, що провідні європейські агентства (FINEEC, NVAO, QQI, NOKUT, EKKA) переходять від контрольної до розвивальної моделі QA, у якій цифрові платформи стають ключовими інструментами моніторингу, аналітики та підтримки рішень. Узагальнено український досвід НАЗЯВО, ЄДЕБО та платформи «Профосвіта», проведено SWOT-аналіз цифрової екосистеми забезпечення якості, окреслено сильні сторони, бар'єри та перспективи модернізації. Запропоновано концептуальну модель Smart QA 2030, що інтегрує п'ять компонентів: Smart Governance, Smart Processes, Smart People, Smart Tools і Smart Trust. У дослідженні представлено дорожню карту цифрової трансформації системи забезпечення якості до 2030 року, яка охоплює етапи консолідації даних, інтеграції платформ, розвитку аналітики, інтелектуалізації процедур і впровадження блокчейн-верифікації. Результати дослідження мають як теоретичне, так і прикладне значення для науковців, управлінців освіти, експертів із забезпечення якості та розробників освітньої політики.

Abstract

The research focuses on the theoretical and methodological analysis of digitalization in external quality assurance (QA) systems of higher and vocational education within the context of European integration. It substantiates that digital transformation represents not merely a technological trend but a new paradigm of quality management in education – grounded in data, analytics, and trust. The study provides a comparative analysis of international frameworks (ESG, EQAVET, ISGs, DigCompEdu) and identifies their influence on the development of Ukraine's QA system. It demonstrates that leading European agencies (FINEEC, NVAO, QQI, NOKUT, EKKA) are shifting from control-based to enhancement-oriented QA models, where digital platforms act as primary tools for monitoring, analytics, and decision-making support. The Ukrainian experience of NAQA, EDEBO, and the "Profosvita" platform is analyzed through a SWOT framework, revealing strengths, weaknesses, and future development paths. The conceptual Smart QA 2030 model is proposed, integrating five core components: Smart Governance, Smart Processes, Smart People, Smart Tools, and Smart Trust. The research outlines a roadmap for the digital transformation of the QA system until 2030, covering stages of data consolidation, platform integration, analytics development, process intellectualization, and blockchain verification. The results hold both theoretical and practical relevance for scholars, educational administrators, quality assurance experts, and policymakers in the field of digital education.

Автор

Оксана Башуцька – кандидат економічних наук, доцент кафедри економічної кібернетики та інформатики Західноукраїнського національного університету, автор понад 100 наукових і навчально-методичних праць**,** присвячених проблемам економічної кібернетики, математичного та економіко-математичного моделювання, аналізу ризиків і застосування кількісних методів у прийнятті управлінських рішень, активно поєднує наукову діяльність із викладацькою та методичною роботою у сфері підготовки фахівців з цифрової економіки та аналітики, цифрових освітніх технологій.

Lesia Buiak

Doctor of Economic Sciences, Professor
Head of the Department of Economic Cybernetics and Informatics
West Ukrainian National University (Ukraine)

MATHEMATICAL MODELING AS A TOOL FOR THE DEVELOPMENT OF ANALYTICAL THINKING AND DIGITAL COMPETENCE IN THE SYSTEM OF VOCATIONAL EDUCATION

The modern educational environment is undergoing profound transformation, manifested in the reconfiguration of professional training content, the tools of educational activity, and the cultural foundations of interaction among participants in the learning process. These changes are driven by the logic of digital civilization development, within which information technologies have become a universal medium of human activity. Professional education in such a context acquires new meanings, as it is now expected not only to reproduce certain knowledge and skills but also to foster analytical thinking, develop cognitive autonomy, and cultivate responsible data handling. In this regard, mathematical modeling emerges as a key instrument of methodological and technological renewal in educational practice, as it enables the formalization of complex pedagogical phenomena, creates conditions for predictive analysis, and supports the rational planning of educational decisions.

The educational reality of the digital era is characterized by the intensive accumulation of data and the accessibility of analytical tools, which transform the learning process into an object of purposeful management. Within this reality, a mathematical model functions as an intermediary between theory and practice, allowing the multidimensionality of educational processes to be represented in logically structured forms. Through modeling, educators gain the ability to identify causal relationships, evaluate the influence of parameters, forecast the outcomes of changes, and select actions that correspond to criteria of efficiency and quality. At the same time, modeling disciplines thinking, fosters precision in reasoning, and forms a culture of evidence-based judgment – an essential condition for maintaining the scientific character of pedagogical activity.

Professional education in the field of digital technologies possesses a dual dimension. On one hand, it requires the development of competencies related to data processing, visualization, and interpretation tools. On the other hand, it relies on cultivating thinking capable of abstraction, idealization, and algorithmization. Mathematical modeling integrates these dimensions, as it combines the symbolic language of mathematics with technological means of hypothesis implementation and verification. It is precisely through the interaction of these components that a

new type of pedagogical competence arises – one that can be defined as the competence of designing and managing knowledge based on data.

It is important to recognize that a mathematical model in education is not limited to a set of formulas or computational procedures. Rather, it represents a way of perceiving the educational system as an integrated organism in which local changes inevitably affect overall dynamics. When an educator employs a model, they move beyond intuitive understanding toward the deliberate management of learning processes. As a result, assessment procedures become more transparent, opportunities arise for the formation of individualized learning trajectories, and the expectations of diverse educational stakeholders can be better aligned. Ultimately, the culture of modeling transforms educational activity into a domain governed by coherent rules for hypothesis testing, reasoning, and responsible decision-making.

The historical evolution of pedagogical thought demonstrates a consistent inclination toward the quantitative assessment of educational phenomena. However, it was only with the emergence of digital infrastructure that it became possible to implement systemic approaches to learning analytics. Today, educational platforms accumulate vast datasets concerning students' activity, achievements and difficulties, learning pace, and strategies of knowledge acquisition. Mathematical methods enable the transformation of these data into knowledge and knowledge into pedagogical action. Such transformation requires from the educator a new intellectual stance – one that unites research attentiveness, sensitivity to context, and an understanding that numerical regularities acquire pedagogical meaning only when complemented by humanistic interpretation.

The concept of professional training in the digital age is oriented toward cultivating the ability to act under conditions of uncertainty and rapid technological change. A mathematical model helps to structure this uncertainty by providing both a language of description and a mechanism for decision validation. Through modeling, the student learns to extract relevant parameters from informational noise, formulate hypotheses regarding the structure of relationships, and test them under controlled conditions. This experience develops analytical autonomy, which is essential for the maturity of a teacher's professional identity. At the same time, modeling enhances reflective thinking, since each constructed model requires interpretation, critique, and potential revision.

Within this study, digital competence is viewed not as a mere collection of technical skills but as an integral personal quality that combines technological literacy with a value-oriented attitude toward knowledge and responsibility for educational decisions. Mathematical modeling serves as a natural pathway for the formation of such competence, as it demands not only the ability to use tools but also the capacity to evaluate data quality, distinguish random correlation from meaningful dependence, identify valid criteria for comparison, and critically assess the limits of model

applicability. Ultimately, this process fosters a culture of rationality that becomes the foundation for developing innovative educational practices.

The methodological status of modeling in professional education holds particular significance. It not only serves to describe objects but also determines the logic of their construction. When an instructor designs a curriculum, develops an assessment system, or plans an individual learning trajectory, they effectively operate with models of varying degrees of complexity. Awareness of this fact transforms pedagogical work into the realm of scientifically grounded decision-making and fosters the development of relevant competencies in future professionals. The model functions as an idealized construct that directs and disciplines thought while simultaneously preserving space for creativity and pedagogical intuition.

The expansion of digital technologies is reshaping the communicative horizon of professional education. New tools for visualization, virtual laboratories, and simulation environments are emerging, in which models acquire a tangible dimension and become instruments of shared reasoning between instructors and students. Within such environments, it becomes easier to organize a dialogue between theory and practice, as any hypothesis can be tested under simulated conditions and discussed based on collectively accessible results. This increases the transparency of the learning process, encourages research collaboration, and promotes the development of collective responsibility for the quality of educational outcomes.

The problem of applying mathematical methods and models in professional education occupies a prominent place in contemporary academic discourse, encompassing both pedagogical and technological domains of research. Interest in this issue arises from the growing complexity of educational processes, the need for evidence-based management of training quality, and the intensive integration of digital technologies into teaching and learning. In this context, mathematical modeling is viewed as a universal tool for the systemic analysis of educational phenomena, enabling the formalization of relationships among pedagogical variables, the prediction of outcomes, and the assurance of decision-making objectivity.

In classical pedagogical studies, the issue of modeling was primarily examined as a method of scientific inquiry that enables the description of the structure and functioning mechanisms of pedagogical systems. Ukrainian scholars have emphasized that a model performs not only a descriptive but also a constructive function, as it establishes the logic for designing educational processes. Considerable attention has been devoted to the development of the systems approach, which presupposes a holistic understanding of the educational process as an interaction of structural, functional, and dynamic components.

At the present stage, research on mathematical modeling in education is developing in several directions. One of them involves the use of learning and cognition models that describe processes of knowledge acquisition, competence formation, decision-making, and reflection. Another direction focuses on learning analytics and educational data, where statistical and stochastic models, machine learning algorithms, and forecasting methods are employed. There are also studies in which mathematical modeling is regarded as a method of managing educational systems, enabling the assessment of program effectiveness, resource optimization, and data-driven institutional development policy formation.

In Ukrainian scholarship, the methodological foundations of modeling educational processes have been developed by N. Nychkalo, V. Radkevych, L. Sushchenko, O. Kovalenko, L. Serhiienko, and I. Trofimova, who explored issues related to optimizing instructional and production activities in vocational education institutions [1] [2] [3].

A significant contribution to the development of digital pedagogy and the formation of teachers' digital competence was made by N. Morze, O. Kuzminska, O. Spirin, M. Zhaldak, and I. Ivaniuk, who substantiated the need to use ICT as a tool for analytics and modeling [4] [5].

Within the sphere of vocational and technical education, modeling issues have acquired an increasingly applied character. Researchers are examining the potential for developing models of production processes, instructional-production scenarios, and systems for managing practical training. In studies devoted to the digitalization of education, particular emphasis is placed on modeling students' competence development, constructing learning trajectories, and defining indicators of training quality. In the context of professional pre-higher education, considerable attention has been given to the implementation of competence-based student development models by O. Pometun, V. Luhovyi, and I. Havryliuk, who emphasize the interconnection between mathematical modeling, analytical thinking, and professional mobility [6] [7].

[1] Nychkalo, N. H. (2018). *Vocational education: Methodological foundations of development.* Pedahohichna Dumka.
[2] Radkevych, V. O. (2019). *Quality management in vocational education: Theory, practice, innovations.* Institute of Vocational Education and Training of the NAES of Ukraine.
[3] Sushchenko, L. O. (2020). *Modeling of educational processes in vocational and technical education.* Ukrainian Engineering Pedagogics Academy.
[4] Morze, N. V., & Kuzminska, O. H. (2020). Digital competence of teachers: Content and structure. *Information Technologies and Learning Tools, 78*(4), 1–15.
[5] Spirin, O. M. (2016). *Information and communication technologies in education: Theory and practice.* Pedahohichna Dumka.
[6] Pometun, O. I. (2019). *Innovative approaches in vocational education: Problems, searches, solutions.* Osvita.
[7] Luhovyi, V. I. (2021). Teacher's professional competence in the context of education digitalization. *Educational Discourse, 3*(35), 17–29.

At the same time, challenges remain concerning the adaptation of mathematical models to the humanistic nature of pedagogical phenomena, particularly regarding issues of validity, interpretation, and pedagogical appropriateness of results.

In international research, there has been growing interest in the use of mathematical models within digital pedagogy. In particular, studies conducted by researchers from Finland, Germany, Canada, and Singapore address the integration of modeling into STEM education, technical vocational training, and learning analytics systems. Globally, the study of mathematical modeling in education is actively evolving within the frameworks of Learning Analytics and Educational Data Mining. The founders of these approaches – George Siemens, Dragan Gašević, Ryan Baker, and Simon Buckingham Shum – have demonstrated that mathematical models form the basis for personalized learning and educational outcome prediction (Siemens, 2014; Gašević, 2019; Baker & Inventado, 2017).

Equally noteworthy are the works of David Kolb, Richard Mayer, John Biggs, Rodger Bybee, and Jonathan Osborne, who examine the role of modeling in developing cognitive and engineering thinking (Kolb, 2015; Mayer, 2020; Bybee, 2013; Osborne, 2014). These studies emphasize that mathematical modeling contributes to the development of critical thinking, analytical culture, and the capacity for evidence-based decision-making in complex technological environments.

Finland serves as one of the most prominent examples of the systematic implementation of modeling in vocational education. Here, mathematical models are applied not only in technical disciplines but also in pedagogical research. Educational institutions actively employ competence development models that allow for assessing the dynamics of students' professional skill formation, identifying strengths and weaknesses in educational programs, and adjusting them in real time. A distinctive feature of the Finnish model is its flexibility and learner-centered orientation: the system records not only outcomes but also the learning process itself, enabling continuous monitoring of students' professional trajectories.

In Canada, mathematical modeling is utilized in the fields of instructional design, educational project management, and labor market forecasting. In particular, in the provinces of Ontario and Alberta, analytical education centers have been established that optimize the structure of vocational programs based on models predicting technological sector trends. This approach enables proactive competence formation aligned with future economic demands.

The experience of Singapore is also noteworthy, where mathematical modeling has been integrated into national vocational education policy. The SkillsFuture agency has developed a skill forecasting system based on multifactor modeling that incorporates demographic, economic, and technological variables. Such approaches enable the government to adapt college and technical

institute curricula to the evolving trends of Industry 4.0. As a result, vocational education in Singapore has transformed into a flexible, adaptive system grounded in quantitative analysis and predictive analytics.

In leading U.S. universities such as MIT, Stanford, and Harvard, interdisciplinary research on educational modeling is actively expanding. Mathematical models are used not only for teaching purposes but also for organizing educational experiments, managing institutional resources, and designing educational strategies. For example, at the Massachusetts Institute of Technology, a model has been developed to evaluate students' innovative potential, integrating quantitative indicators of startup participation with qualitative measures of creativity. This demonstrates that mathematical modeling can transcend its analytical role and function as a strategic decision-support tool.

Thus, international experience shows that mathematical modeling has evolved from an auxiliary research tool into a core instrument of educational management. Its integration into professional training fosters analytical thinking, responsibility in decision-making, the ability to operate under uncertainty, and the use of data as a resource for development. This experience provides a strong foundation for the modernization of Ukrainian vocational education.

Most scholarly publications emphasize that the successful implementation of mathematical modeling in vocational education is impossible without the appropriate preparation of teaching staff. The instructor of professional disciplines must become the mediator of analytical thinking – capable of integrating quantitative analysis with pedagogical interpretation. At the same time, there is a growing need to develop new educational programs that combine pedagogy, applied mathematics, information technology, and data analytics.

In conclusion, scientific analysis confirms that mathematical modeling in vocational education is currently at a stage of active development. Its potential lies in the creation of a framework for analytical pedagogy, which integrates methods of quantitative analysis, digital technologies, and humanistic reflection. Despite increasing academic interest, the problem remains insufficiently explored, particularly regarding the pedagogical interpretation of modeling in the context of vocational and professional pre-higher education. Insufficient attention is given to the methodological aspects of using models as tools for developing the analytical thinking of future professionals. This defines a scientific niche for further research aimed at generalizing existing experience, identifying effective methods for implementing modeling in educational practice, and fostering a pedagogical culture of data-driven inquiry.

Despite significant achievements, Ukrainian scholarship still lacks a sufficient number of comprehensive studies that integrate mathematical modeling, vocational education, and pedagogical analytics. Most existing works focus on individual aspects – such as modeling learning processes,

managing educational systems, or employing digital tools – without addressing their interconnection. Insufficient attention has been given to the integration of models within the structure of vocational training, the development of analytical thinking among future educators, and the cultivation of a digital culture of data use.

Thus, an analysis of the scientific literature indicates that mathematical modeling in education possesses a broad interdisciplinary nature and is regarded as a foundation of modern pedagogical analytics. However, at the level of vocational and technical education, the issue remains open and requires further elaboration – particularly in terms of fostering a pedagogical culture of modeling, developing analytical competencies, and creating innovative educational models that integrate data, technology, and humanistic meaning. The advancement of modeling in vocational education opens new opportunities for improving the content, methods, and technologies of instruction, as well as for shaping a new type of educator – an analytically minded professional capable of working with data and forecasting learning outcomes.

The following exposition is aimed at clarifying the theoretical and methodological foundations of modeling, substantiating its role within digital pedagogy, and demonstrating the possibilities of its practical application to enhance the quality of educational processes.

Methodological Foundations of Mathematical Modeling in Vocational Education.

The methodological dimension of mathematical modeling defines it not merely as a set of techniques or algorithms but as a means of organizing scientific inquiry within the field of education. In pedagogy, it acquires a systemic character, as it enables the integration of different levels of analysis of educational phenomena – empirical, theoretical, and predictive. Within this context, a model functions as an intellectual instrument that helps to organize the diversity of pedagogical facts and reveal the internal logic of their development. Such an approach allows a transition from description to explanation, and from explanation to the management of educational processes.

The essence of the methodology of modeling in education lies in the pursuit of integrated understanding. Educational reality is extremely complex, encompassing numerous subjects, interactions, and contexts, which often makes direct experimental verification of many hypotheses impractical or impossible. In this regard, a mathematical model serves as a tool for reconstructing reality within its logical boundaries, allowing researchers to explore the consequences of different pedagogical strategies without risk to participants. Modeling facilitates the identification of hidden

patterns, the testing of alternative approaches, and the analysis of the outcomes of managerial decisions in a hypothetical yet scientifically substantiated environment [8].

The process of constructing a model involves a sequence of steps that ensure its scientific validity. First, the object – the phenomenon or process under study – is identified. In vocational education, such objects may include the regularities of competence formation, the dynamics of learning motivation, the effectiveness of digital technologies, or the influence of teaching methods on student achievement. The object is then analyzed to extract the essential variables – parameters that determine the system's behavior. Next, functional relationships among these variables are established, which may take analytical, stochastic, or logical forms. The final stage involves model validation, that is, assessing the degree to which the model corresponds to real-world data and evaluating its potential for practical application.

From a methodological standpoint, it is important to distinguish between types of models used in the educational sphere. Analytical models represent deterministic relationships between variables and are employed when the process has a stable structure – for example, describing the relationship between the level of academic achievement and the intensity of digital resource use. Stochastic models take into account random factors inherent to social systems and are used to forecast learning outcomes in cases where student behavior exhibits considerable variability. Simulation models reproduce the dynamics of educational processes over time, allowing observation of how changes in certain parameters affect final results. Cognitive models, in turn, are designed to represent processes of thinking, decision-making, and learning as phenomena that follow their own internal logic of development.

All types of models form a hierarchical system, where each level deepens and refines the previous one. A simulation model may incorporate analytical equations, stochastic mechanisms, and cognitive rules, creating a comprehensive structure that unites quantitative and qualitative methods. This synthetic nature of modeling makes it a universal instrument of pedagogical science, capable of encompassing both behavioral and value–semantic dimensions of the educational process.

Within the methodology of digital education, the concept of a multilevel model has gained increasing importance. Such systems integrate the macro level (strategic management of education), meso level (organization of institutional activities), and micro level (individual student trajectory). At each level, the model performs a distinct function: at the macro level, it serves as a tool for forecasting labor market needs and determining strategic directions of professional training; at the meso level, it operates as an instrument for resource management, workload planning, and quality monitoring of

[8] Zhaldak, M. I. (2015). *Informatics and the learning process: Modeling and pedagogical technologies.* Pedahohichna Dumka

educational services; and at the micro level, it supports personalized learning, analysis of individual progress, and the creation of adaptive educational pathways. This multilevel structure ensures the coordination of actions among all participants in the educational process and establishes a unified information environment for pedagogical analytics.

An important methodological aspect involves the integration of models with digital technologies. Mathematical computations that once required extensive computing resources are now easily implemented in widely accessible software environments. The use of platforms such as Python, R, MATLAB, or GeoGebra enables students and educators to perform simulations, construct graphical representations of functions, and evaluate correlations and variations in outcomes. These tools not only simplify calculations but also cultivate a new culture of analytical thinking. They assist teachers in recognizing patterns in data, understanding the limits of statistical reliability, and making educational decisions grounded in evidence-based information.

A current methodological trend is the transition from static to dynamic modeling structures. Whereas models previously described the state of a system at a fixed point in time, they now aim to reproduce its evolutionary dynamics. Methods of system dynamics, differential equations, agent-based modeling, and Monte Carlo simulations are increasingly applied. These approaches enable researchers not only to describe educational processes but also to predict the outcomes of changes, such as the implementation of new technologies or curriculum modifications. Consequently, modeling becomes a forecasting instrument, allowing education systems to act proactively rather than reactively – anticipating trends and preparing for them in advance.

In pedagogical research, adherence to the principle of model adequacy is essential; it ensures correspondence between theoretical assumptions and empirical observations. Excessive formalization may lead to a loss of meaning, while oversimplification can undermine precision. The optimal model balances these extremes, maintaining clarity for practical application while preserving sufficient depth for scientific analysis. Therefore, model construction is always accompanied by processes of verification, calibration, and refinement based on educational practice data.

Finally, the classification of models plays an independent methodological role in the training of future educators. It helps to structure knowledge and provides a foundation for the conscious selection of methods in both research and practical pedagogical work.

Table 1

Classification of Mathematical Models in the Field of Education

Type of Model	Characteristics	Example of Application
Analytical	Represents regular relationships between variables and parameters of educational processes	Analysis of the influence of students' digital activity level on learning outcomes
Stochastic	Accounts for randomness and uncertainty inherent in behavioral aspects	Forecasting test results considering variations in student motivation
Simulation	Reproduces the dynamics of pedagogical processes over time, allowing experimentation with parameters	Modeling the effect of changes in instructional workload
Cognitive	Describes processes of thinking, perception, and learning	Modeling the development of critical thinking among future educators

The classification of mathematical models in education is not rigid, as the boundaries between different types tend to blur under real research conditions. Rather, it outlines a spectrum of methodological approaches from which the researcher selects the most appropriate one for a given task. In combination, these models form a system of pedagogical analytics, where each level fulfills its own function – from identifying regularities to forecasting and explanation.

Therefore, the methodological value of mathematical modeling lies in its ability to unite quantitative analysis with qualitative interpretation. It fosters the emergence of a new pedagogical paradigm, in which evidence-based reasoning and scientific logic are harmoniously combined with the humanistic orientation of education. Consequently, modeling becomes not only an analytical tool but also a way of thinking that nurtures precision, structural reasoning, and openness to the diversity of educational reality.

Conceptual Model of the Relationship between Mathematical Modeling, Analytical Thinking, and Digital Competence.

At the core of modern vocational education lies the necessity to develop analytical thinking as a fundamental component of pedagogical culture. This type of thinking goes beyond the ability to perform calculations or draw logical conclusions; it encompasses the capacity to discern the structure

of phenomena, recognize patterns, model situations, and generalize findings based on data. Within this context, mathematical modeling functions as the central core around which a teacher's professional competence system is constructed. It shapes a way of perceiving educational reality as a network of interrelated systems while simultaneously providing a means for its scientific comprehension [9].

The conceptual model describing this relationship rests upon three principal components – mathematical modeling, analytical thinking, and digital competence. Each of these has its own developmental logic, yet they interact dynamically, forming an integrated educational system. Mathematical modeling provides the instrumental foundation; analytical thinking ensures methodological reflection; and digital competence establishes the technological conditions for computation, visualization, and result sharing. The interaction among these components generates synergy, leading to a qualitative transformation of the educational process.

Figure 1 visualizes the three levels of the system – analytical thinking (center), mathematical modeling (intermediate level), and digital competence (outer environment).

In generalized form, this structure can be represented as a dynamic circle of interaction: mathematical modeling stimulates the need for analytical thinking, which in turn strengthens digital competence, while the latter creates an environment for the further development of modeling. Thus, each element of the system performs a dual function – it is both the result of the previous stage and the prerequisite for the next. This structure endows the system with the properties of self-development and openness to innovation.

At the first stage – the cognitive stage, the educator becomes acquainted with the basic principles of mathematical modeling, learns to understand problem structure, identify variables, and construct simple cause-and-effect schemes. This stage establishes the cognitive foundation of analytical thinking, orienting it toward identifying regularities and ensuring the evidential validity of judgments. Modeling at this level functions not as a formal tool but as a means of intellectually organizing experience.

[9] Havryliuk, I. M. (2022). Modeling the development of future teachers' pedagogical competence. *Vocational Education: Methodology, Theory and Practice, 4,* 56–68.

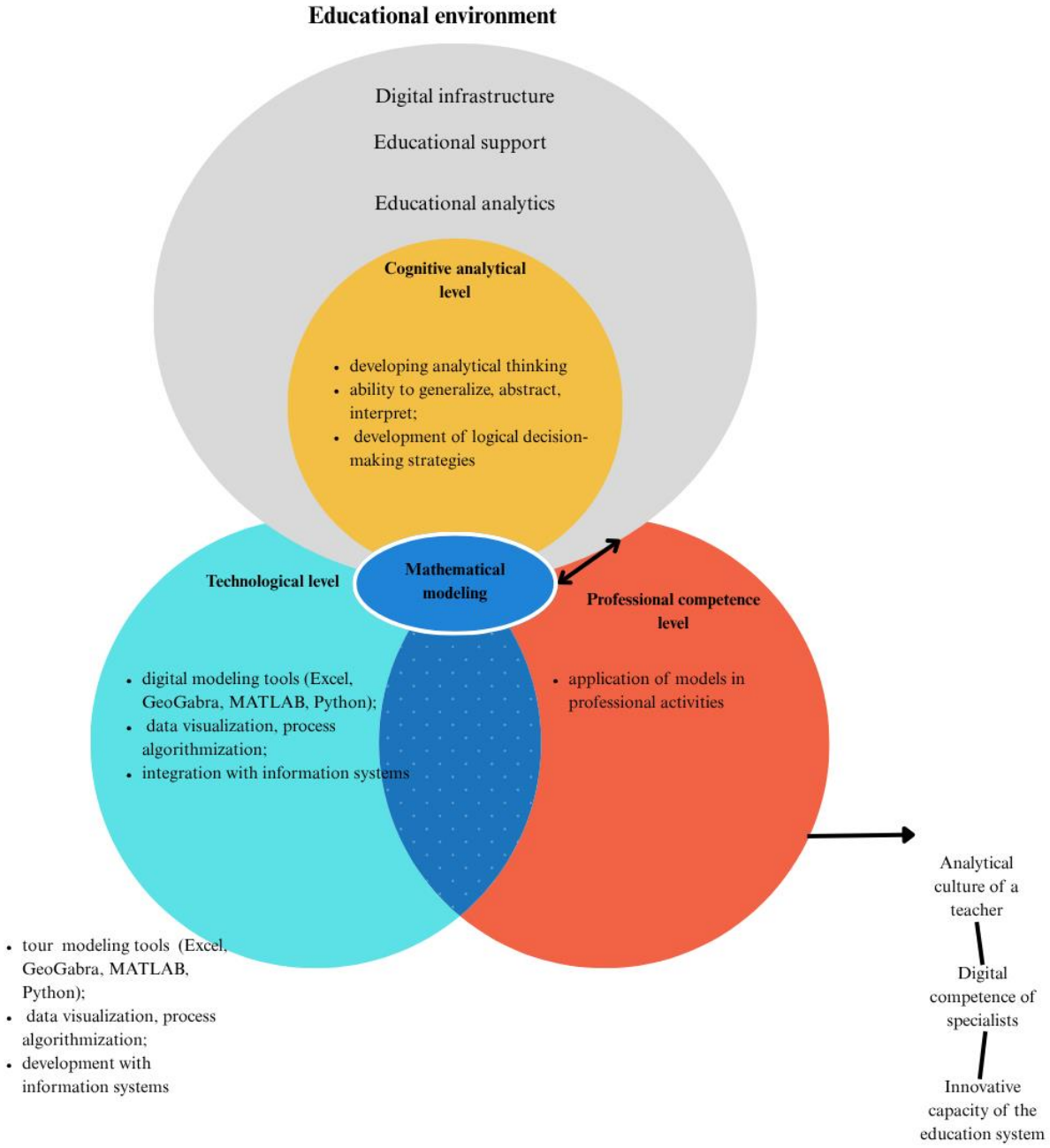


Fig. 1. *Conceptual Structure of the Interrelationship between Analytical Thinking, Mathematical Modeling, and Digital Competence*

The second stage – the practical stage – involves applying models to real pedagogical situations. The educator masters tools of digital analytics, creates simulation scenarios, and evaluates the effectiveness of teaching methods based on data. The models at this level are often stochastic or simulation-based, allowing for the consideration of behavioral variability and uncertainty inherent in educational environments. At this point, analytical thinking transitions from observation to action, becoming the foundation for pedagogical forecasting.

The third stage – the integrative stage – signifies the inclusion of modeling as an organic component of professional activity. The educator begins to think through models, perceiving any

educational process as a system of interactions and controllable parameters. Digital competence at this stage manifests not merely as technological proficiency but as the ability to employ technology as an instrument of scientific reasoning. This marks the transition from external use of models to internal modeling as a way of organizing one's own cognition.

Visually, the relationship among these components can be represented as a diagram, with analytical thinking positioned at the center, encircled by a ring of mathematical modeling, and surrounded by digital competence as the outer environment of realization. This structure illustrates that analytical thinking constitutes the core of professional development, while mathematical modeling and digital competence form the conditions for its growth and practical application.

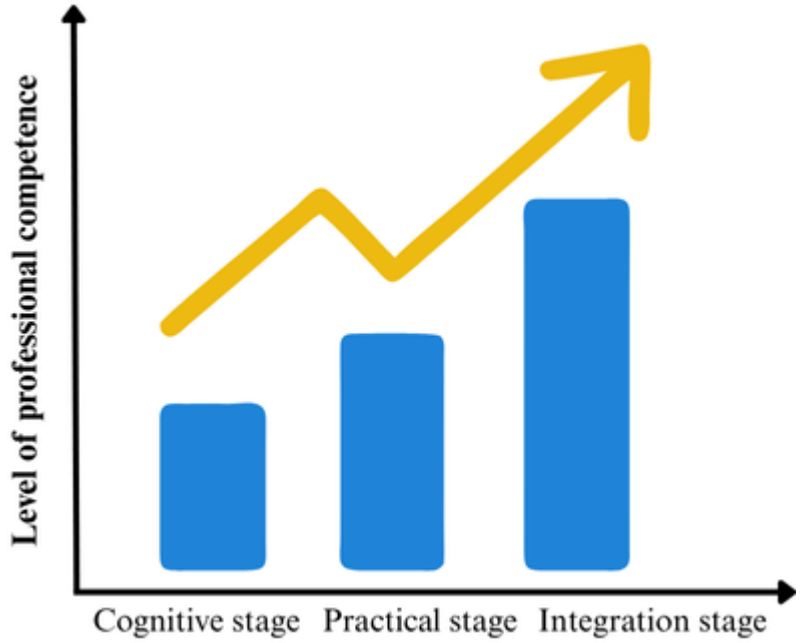


Fig. 2. *Dynamic Model of the Formation of Analytical Thinking and Digital Competence through Mathematical Modeling*

This figure illustrates the vertical dynamics of competence development – the cognitive, practical, and integrative stages – which symbolize upward movement along the axis labeled "Level of Professional Competence."

The formation of this triadic system entails not only technical mastery of methods but also a cultural transformation of thinking. Mathematical modeling teaches educators to perceive patterns where intuition once prevailed, while digital technologies provide the material foundation for realizing this vision. As a result, the teacher becomes a participant in a new type of educational communication, in which analytical judgments are reinforced by visualization, simulation, and statistical verification.

Analytical thinking developed through modeling possesses a distinctly pedagogical nature. It is directed not only toward understanding phenomena but also toward reflecting on one's own actions. An educator who has cultivated such thinking is capable of viewing their activity as a system of variables, identifying dependencies among them, and determining optimal solutions. In this sense, the model becomes not merely a teaching tool but a mechanism of intellectual self-organization. This approach nurtures scientific integrity, critical reasoning, and a commitment to continuous improvement [10].

Within the framework of the conceptual model, digital competence is regarded both as a result and as a prerequisite for the development of analytical thinking. It provides access to the technological resources required for modeling implementation, while simultaneously evolving through the systematic use of models. An educator working with analytical tools learns to select relevant data, assess their reliability, construct hypotheses, and test them within a digital environment. This fosters a culture of responsible technology use, which constitutes the foundation of professional ethics in the digital era.

The conceptual model that integrates mathematical modeling, analytical thinking, and digital competence can be viewed as a strategic framework for the modernization of vocational education. It points the way from formal digitalization toward the intellectualization of the educational process. Within this framework, technologies cease to be an end in themselves and become instruments of personal development. Education transforms into a sphere where mathematical reasoning and digital culture mutually reinforce one another, laying the groundwork for the emergence of a new type of educator–researcher – one capable of discerning patterns, managing uncertainty, and acting on the basis of evidence.

Practical Aspects of Applying Mathematical Models in Digital Pedagogy

The practical application of mathematical models in digital pedagogy is based on the conviction that any pedagogical phenomenon can be described through a system of interrelated parameters and, therefore, can be analyzed, optimized, and predicted. In this sense, mathematical modeling performs a dual function – it is both a means of understanding educational reality and a tool for its transformation. Through modeling, educators are able to convert empirical observations into analytical conclusions, identify patterns hidden within data streams, and use these patterns to enhance the efficiency of the teaching and learning process.

[10] Melnyk, O. M. (2021). Learning analytics in the system of educational management. *Educational Discourse, 3*(34), 45–58.

In digital pedagogy, modeling serves not only as a research tool but also as a learning tool. In the process of building models, students master analytical methods, learn abstraction, critical evaluation of information, logical reasoning, and the use of digital instruments. Mathematical models become structures that organize cognition, while modeling itself becomes a form of intellectual activity in which scientific inquiry and pedagogical creativity converge. Consequently, the digital environment evolves from a medium of knowledge transmission into a laboratory for thinking, experimentation, and the construction of educational strategies.

One of the most significant areas of practical application is learning analytics. Learning management systems such as *Moodle*, *Canvas*, or *Google Classroom* accumulate data on student activity, time spent on learning materials, forum participation, test performance, and task completion. These data hold enormous potential for developing models of learning behavior, predicting academic success, and identifying factors that influence outcomes. For example, regression models can help determine which parameters (e.g., number of interactions, average activity time, number of completed tasks) most strongly affect final grades. Correlation analysis uncovers relationships between different indicators of learning activity, while clustering methods group students according to similar behavioral profiles.

Based on these models, early-warning systems are developed to identify students at risk of falling behind or losing motivation. Such systems provide personalized recommendations to instructors and enable real-time adjustments to the learning process. This approach transforms the very nature of pedagogical management: instead of reactive intervention after a problem arises, it allows educators to act proactively, preventing potential difficulties. The model thus becomes an instrument of pedagogical forecasting, ensuring adaptiveness and flexibility within the educational system.

Simulation and imitation models are also gaining prominence, as they allow researchers and educators to reproduce pedagogical processes in virtual environments. These models are used both in teacher training and in educational research. For example, using software platforms such as *AnyLogic* or *MATLAB*, one can model processes of group interaction, resource allocation, or the effects of innovative teaching methods on student performance. Such simulations make it possible to experiment with various pedagogical scenarios, compare strategies, and analyze outcomes without risk to real participants in the educational process.

The use of mathematical models in teacher education also entails developing digital analytical competencies. Programming environments such as *Python* and *R* allow for the construction of statistical models, the execution of factor and regression analyses, and the creation of data visualizations. These practices foster a data-driven research culture among students. They learn to

understand the nature of numerical relationships, identify trends, and substantiate pedagogical decisions with analytical arguments. This experience forms the basis for developing the professional identity of the modern teacher–analyst, one who combines scientific rigor with digital fluency.

Modeling also contributes to the development of educational management, that is, the governance of educational processes at the institutional or departmental level. Optimization models assist in scheduling classes, distributing teaching workloads, and forecasting resource needs. Dynamic programming models make it possible to plan curriculum changes and assess the impact of new courses on the overall structure of training. This enables scientifically grounded educational management, where each decision is supported by calculations rather than intuitive judgments.

Particular attention should be paid to the assessment of learning outcomes through modeling. In this context, both traditional statistical methods and modern machine learning algorithms are used. Bayesian models allow for refining the assessment of competencies by taking into account a student's prior achievements, while neural networks can analyze complex relationships among numerous variables. These approaches make it possible to create adaptive assessment systems that automatically adjust task difficulty levels to a student's current proficiency. Consequently, the knowledge assessment process becomes more flexible, equitable, and scientifically substantiated [11].

The practical implementation of modeling transforms the pedagogical role of digital technologies. They cease to be merely external tools for presenting information and instead become part of cognitive activity itself. In modeling, the educational process takes the form of a joint analytical endeavor between teacher and student, aimed at exploring the educational system. This fosters a new learning culture, in which knowledge is generated through experiment, analysis, and synthesis, and the digital environment becomes a space for intellectual interaction.

It is essential to emphasize that modeling in digital pedagogy is not limited to technical or analytical dimensions. It also has a humanistic dimension, as it promotes responsible data handling, the development of critical thinking, and awareness of the limits of algorithmization. An educator who possesses a culture of modeling is capable not only of interpreting computational results but also of evaluating their pedagogical relevance, moral acceptability, and social implications. This shapes the ethical dimension of digital competence, which is an integral component of professional maturity.

Thus, the practical aspects of applying mathematical models in digital pedagogy encompass a wide range of activities – from learning analytics and simulation studies to resource management and adaptive assessment. All these directions share a common feature: the aspiration to transform

[11] Siemens, G. (2014). Learning analytics: The emergence of a discipline. *American Behavioral Scientist, 57*(10), 1380–1400.

data into knowledge, and knowledge into action. This, in essence, defines the nature of contemporary pedagogical modeling – it ensures unity between scientific inquiry and practical implementation, making the learning process more rational, transparent, and humanistically oriented.

Mathematical Modeling, Artificial Intelligence, and Learning Analytics in Vocational Education

The rapid development of artificial intelligence (AI) is shaping a new paradigm in education, within which pedagogical activity is increasingly acquiring an analytical character. Education is no longer viewed merely as the transmission of knowledge but as a self-learning, adaptive, and self-regulating system. In this context, mathematical modeling becomes a key link ensuring the interaction between human reasoning and machine logic. It functions as a bridge connecting pedagogical objectives with the analytical capabilities of artificial intelligence.

In vocational education, AI acts as a catalyst for transformation, expanding the boundaries of what is possible. Machine learning algorithms, neural networks, and methods of classification and clustering open new prospects for constructing models capable of analyzing student behavior, predicting learning outcomes, and adapting content to individual needs. Such models do not merely reflect reality – they actively shape it, creating conditions for personalized learning. The main advantage of integrating mathematical modeling with AI lies in its ability to combine computational precision with pedagogical flexibility.

From an analytical standpoint, artificial intelligence represents both an extension and evolution of mathematical modeling. While traditional models rely on predefined relationships, machine learning algorithms can autonomously identify previously hidden patterns. Thus, educators gain access to an instrument capable not only of analyzing past data but also of formulating hypotheses about future system development. This property makes AI particularly valuable in vocational education, which continually evolves under the influence of technological innovation.

Mathematical modeling and artificial intelligence form a complementary pair. Modeling provides logical structure and methodological transparency, while algorithms contribute dynamics, learning capacity, and adaptability. Their integration gives rise to a new generation of intelligent learning systems that function as self-regulating cognitive environments. These systems continuously collect, analyze, and provide feedback on educational data, forming dynamic digital student profiles that update in real time and reflect not only knowledge acquisition but also cognitive style, motivation, and learning strategies.

Such intelligent systems can be considered second-order models – models capable of modeling themselves. They do not merely react to student behavior but also evaluate the effectiveness of their

own pedagogical strategies, compare instructional methods, assess feedback, and automatically adjust learning parameters. In this environment, the educator transforms into an analyst, guiding rather than directly controlling the process, using insights provided by the system [12].

The integration of AI into education inevitably raises questions about the balance between technological efficiency and humanistic values. Mathematical modeling serves as a safeguard of scientific integrity, as it requires explicit assumptions, a transparent structure, and the ability to verify results. Where AI algorithms may function as "black boxes," modeling ensures clarity and explainability. Hence, their interaction must be dialogical: the human defines the goals and ethical criteria, while the machine helps realize them in a precise and reproducible form.

In the field of Learning Analytics, the combination of mathematical modeling and artificial intelligence creates a new form of evidence-based pedagogy. Through intelligent dashboards, it becomes possible to track student progress, analyze learning trajectories, predict potential difficulties, and automatically suggest strategies for overcoming them. Educators gain access not only to data but also to interpreted insights, allowing for fact-based decision-making. This synthesis of quantitative and qualitative analysis transforms pedagogical culture, making it more rational, structured, and open to scientific justification.

A particularly promising area is cognitive modeling in combination with AI technologies. Such models simulate processes of human thinking, attention, memory, and decision-making, allowing for the development of learning systems that account for cognitive characteristics in addition to test results. For instance, behavioral data analysis algorithms can detect signs of fatigue, distraction, or stress, prompting the system to automatically adjust the pace and presentation of material. This ensures a new level of personalization previously unattainable in traditional pedagogy.

Mathematical Modeling, Artificial Intelligence, and Learning Analytics in Vocational Education

In the future, mathematical modeling and artificial intelligence (AI) may form the foundation of intelligent educational ecosystems – complex systems integrating pedagogical, cognitive, social, and managerial models. Such ecosystems will make it possible to coordinate institutional operations, analyze results across learning communities, identify trends in competence development, and even design data-driven educational policy. Within these ecosystems, the model will no longer function

[12] Gašević, D., Dawson, S., & Siemens, G. (2019). Let's not forget: Learning analytics are about learning. *TechTrends*, *63*(1), 64–71.

merely as an analytical tool but will become an element of managerial consciousness, aligning the individual efforts of educators with the collective logic of educational progress.

The evolution of learning analytics simultaneously calls for a new professional identity – the teacher-analyst, who combines pedagogical expertise with fundamental knowledge of statistics, algorithmization, and data processing. This professional operates through modeling pedagogical processes, interpreting analytical outcomes, and critically evaluating the performance of AI algorithms. Such an educator merges computational precision with pedagogical empathy, uniting technological proficiency with humanistic orientation.

The integration of AI and mathematical modeling into vocational education creates preconditions for a transition from static to dynamic pedagogy. Educational processes cease to be linear and instead become networked, flexible, and interconnected. Models serve to maintain coherence within this complexity, providing educators with tools to navigate a multidimensional information environment. Gradually, a new pedagogical culture of data is emerging – one in which every decision is grounded in analysis and every analysis is guided by conscious values.

Thus, the combination of mathematical modeling and artificial intelligence marks the beginning of a new stage in the evolution of vocational education. It enables the creation of intelligent learning support systems, the development of teachers' analytical culture, and the improvement of educational governance quality. Education thereby transforms from a process of knowledge transmission into a sphere where knowledge is created, verified, and continuously refined through an ongoing dialogue between humans, data, and technology.

Formation of the Teacher-Researcher in the System of Vocational and Professional Pre-Higher Education

The modern system of vocational education in Ukraine – including vocational schools, colleges, and professional training centers – is undergoing an active process of digital transformation. This process extends far beyond the modernization of material infrastructure or curriculum updates. Its essence lies in the formation of a new type of educator: the analytically minded teacher-researcher, capable of integrating digital technologies, data, and modeling into their professional practice.

In institutions of vocational (vocational-technical) education, teachers operate within a distinct environment, where instruction is closely tied to production processes, and learning outcomes are evaluated through practical competencies. In such a context, mathematical modeling acquires applied significance, as it enables the design and analysis of production and technological situations,

optimization of instructional-production processes, evaluation of resource efficiency, and forecasting of student performance outcomes [13].

A teacher who possesses a culture of modeling can effectively bridge theoretical knowledge and practical action. For instance, in training future electricians, machinists, or food technology specialists, the teacher can apply models of energy consumption, operation time optimization, material balance, or loss reduction. Such models help students move beyond memorizing algorithms of action to understanding the internal logic of processes, recognizing dependencies among parameters, and independently improving technological operations.

For college educators preparing mid-level professionals, mathematical modeling becomes an essential element of methodological culture. It facilitates learning based on the principles of systemicity and problem orientation, where each educational situation is treated as a system with input, intermediate, and output parameters. This approach stimulates critical thinking among students by helping them recognize the interconnections between theoretical knowledge and practical activity, as well as between technological decisions and their economic or ecological efficiency.

A distinctive feature of vocational education is its focus on competence and productive activity, which makes modeling a vital “bridge” between learning and production. It enables the transfer of elements of real industrial processes into the learning environment, providing opportunities for safe experimentation and forecasting. Simulation models, training simulators, and digital twins of production systems allow students in colleges and vocational schools to acquire professional competencies under conditions that closely approximate real-world practice. This approach not only improves the quality of training but also fosters professional thinking – the ability to see processes as integrated systems, analyze the consequences of decisions, and take responsibility for the results of one’s work.

Within the vocational education system, mathematical modeling also serves as an effective tool for managing educational processes. It can be used to optimize schedules for classes and internships, predict equipment load, calculate material and energy consumption, and determine rational proportions between classroom, laboratory, and practical work. In this way, modeling enables the administrations of vocational schools and colleges to make data-driven decisions rather than rely on assumptions, thus improving the efficiency of resource use and enhancing the quality of education.

The application of modeling in vocational education also has an important educational and formative dimension. It cultivates in students a culture of accuracy, consistency, and accountability, traits that are crucial to professional readiness. Working with models promotes independent thinking, the ability to justify decisions, and the skill of finding optimal solutions to practical problems.

[13] Baker, R. S., & Inventado, P. (2017). *Educational data mining and learning analytics.* Springer.

Consequently, mathematical modeling becomes not merely an instructional method but a means of shaping professional consciousness oriented toward results and quality.

Modern teacher training for vocational and professional pre-higher education institutions requires a shift in emphasis – from transmitting ready-made knowledge to creating conditions for research-oriented activity. The teacher must not only be able to use models but also to design their own, tailored to the specific characteristics of their field. These may include models for educational process management, performance forecasting, production risk analysis, or competency assessment. Mastery of such skills transforms the instructor into a researcher who thinks not in fragments but in systems.

The training of the teacher-researcher in vocational education also carries social and regional importance. In many regions of Ukraine, vocational schools and colleges continue to serve as centers of innovation and community development. The integration of mathematical modeling into the learning process in such institutions supports the creation of small educational-production laboratories, uniting students, teachers, and business representatives in collaborative analytical work. This fosters a partnership-based model of education, in which the college becomes a hub of regional research and development [14].

Thus, mathematical modeling in vocational and professional pre-higher education is not merely a didactic tool but a foundation for forming a new type of educator – the teacher-researcher, capable of systemic thinking, data-driven decision-making, and perceiving technological processes as both technical and humanistic phenomena. It promotes the harmonious integration of analytical thinking, professional mastery, and digital competence – essential prerequisites for the advancement of modern education and industry alike.

Innovative Directions in the Development of Mathematical Modeling in Vocational Education

The innovative development of vocational education in the 21st century increasingly relies on the integration of mathematical modeling, data analytics, and artificial intelligence into the learning process. Within the system of vocational schools and colleges, these technologies have the potential to become not merely auxiliary tools but the foundation for building a new model of professional training focused on analysis, flexibility, and creativity. Modeling makes it possible to rethink approaches to the formation of professional competencies, making education more scientifically grounded and adaptive to the needs of production.

[14] Buckingham Shum, S., & Ferguson, R. (2018). Social learning analytics. *Educational Technology & Society*, *15*(3), 3–26.

One of the most important innovative directions is the use of digital twins in the educational process. A digital twin is a mathematical model of an object or process that allows real-time monitoring of parameters, analysis of dynamics, and forecasting of outcomes (Figure 3). In vocational education, digital twins can replicate the operation of equipment, technological lines, or production processes. Owing to this, students gain the opportunity to learn through simulated industrial situations, developing both technical and analytical thinking.

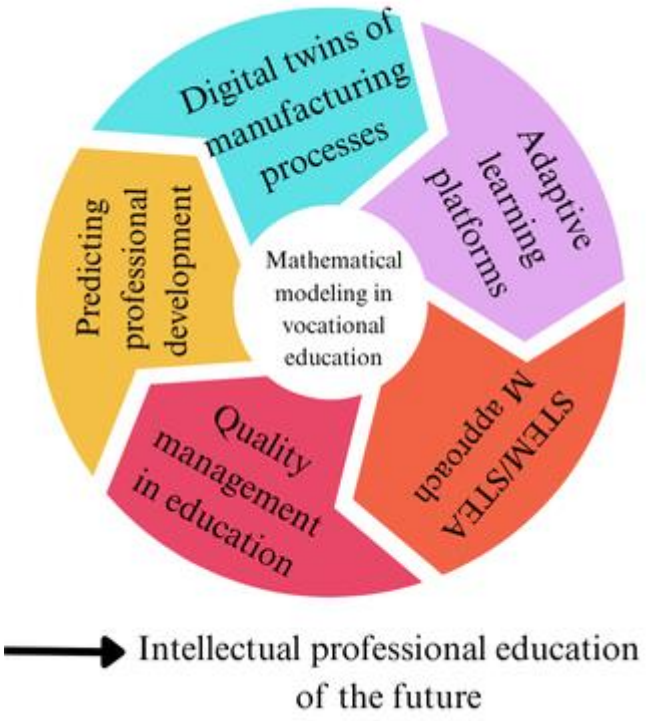


Fig. 3. *Innovative Directions for the Development of Mathematical Modeling in Vocational Education*

Equally promising is the implementation of adaptive educational platforms built on mathematical models of student learning behavior. Such systems collect data on learning pace, task difficulty level, error frequency, and progress dynamics. Based on this information, the algorithm constructs a personalized learning trajectory, selecting optimal tasks for each learner. This is particularly important for the vocational education system, where the student population is highly diverse and requires individualized educational strategies.

An important innovation involves the integration of mathematical modeling into STEM and STEAM-oriented vocational education. These approaches foster the development of engineering and constructive thinking, as the learning process is based on project work, experimentation, and interdisciplinarity. The use of models in this context allows for the creation of educational situations closely resembling real industrial challenges. Students not only perform calculations but also analyze

the efficiency of technological processes, assess the economic and environmental dimensions of decisions, and develop a systemic understanding of their future profession.

Another area of advancement is modeling quality management processes in vocational education. Using statistical and dynamic models, it becomes possible to evaluate the effectiveness of educational programs, forecast regional workforce needs, and analyze the alignment of learning outcomes with labor market standards. This approach lays the foundation for creating an analytical management system, enabling colleges and vocational schools to make strategic, data-driven decisions rather than relying solely on formal indicators.

Gradually, vocational education is moving toward the establishment of open analytical educational environments, integrating pedagogical, informational, and administrative models. In such environments, the learning process is perceived as a complex system, where every action leaves a trace in data, and every decision finds reflection in outcomes. These environments make it possible to implement the principle of "learning through analysis", in which students not only perform practical tasks but also interpret their results quantitatively, learning directly from their own data [15].

Significant attention is also given to models for forecasting professional development and employment. Through regression analysis, neural networks, and Bayesian modeling, it is possible to estimate the probability of graduate employment, identify in-demand competencies, and predict changes in labor market structure. This makes it possible to adapt educational content to future economic challenges, thereby increasing the relevance and resilience of vocational training.

The innovative potential of mathematical modeling in vocational education extends beyond technology. Its main strength lies in transforming modes of thinking – from reproductive to analytical pedagogy, from external control to self-regulation, from mechanical task execution to conscious problem design. In this sense, the model is not merely a computational tool but a metaphor of cognition, one that teaches thinking in categories of systems, interconnections, and consequences.

In the long term, mathematical modeling may become the foundation of intelligent vocational education, where technology, analytics, and humanistic reflection are seamlessly integrated. Such a synthesis will make it possible not only to train a qualified specialist but also to cultivate a research-oriented professional – an individual capable of creating, evaluating, and improving the very technologies with which they work. This reflects the strategic goal of modern education: to prepare a person who does not merely adapt to the digital world but actively participates in shaping it.

The unfolding digital era has brought about a new educational reality in which knowledge, technology, and analytics form an interconnected system. Within this system, mathematical modeling serves not only as a tool for formalizing processes but also as a method of scientific reasoning that

[15] Bybee, R. (2013). *The case for STEM education.* NSTA Press.

enables educators to act deliberately, forecast the consequences of educational decisions, and perceive learning as a dynamic, manageable system. Its integration into vocational education signifies a transition from intuitive pedagogical practice to an evidence-based, system-analytical approach, where every decision is supported by a model, and every model embodies pedagogical meaning.

Mathematical modeling provides unity between theory and practice, as it connects the logic of scientific inquiry with concrete educational actions. Through its application, teachers learn to think systematically, identify patterns, generalize results, and construct forecasts. As a result, analytical thinking – the key competence of the digital-age educator – takes shape. It defines the educator's ability to work with data, discern the structure of problems, make informed decisions, and justify conclusions. Such thinking transforms educational activity into a research process involving reflection, hypothesis testing, and continuous improvement.

The digital competence developed through modeling goes far beyond technical skills. It encompasses a culture of information literacy, the ability to assess data reliability, critically interpret algorithmic results, and apply them with an awareness of their social and ethical implications. An educator skilled in mathematical modeling becomes not merely a user of digital tools but an analyst and creator of the educational environment. Their work is grounded in the principles of accuracy, transparency, and responsibility, which form the core of modern professional culture.

The relationship among mathematical modeling, analytical thinking, and digital competence is synergistic in nature. Modeling fosters the development of analytical thinking; analytical thinking ensures the conscious use of digital technologies; and digital tools, in turn, expand the possibilities of modeling. As a result, a self-reinforcing system emerges – one in which each component supports and enhances the others. This system constitutes the methodological foundation of contemporary pedagogical science, oriented toward the integration of quantitative analysis, technological innovation, and humanistic values.

The practical implementation of modeling in digital pedagogy confirms its universal potential. It proves effective in learning analytics, outcome forecasting, simulation-based research, educational resource management, and adaptive assessment. Such practices transform the very nature of learning: from a linear process, it evolves into an open system where data, actions, and reflection are interlinked. This fosters an environment in which both the student and the teacher become equal participants in an analytical process, united by a shared goal – the pursuit of effective solutions and the creation of new knowledge.

The integration of artificial intelligence (AI) into vocational education further expands the boundaries of pedagogical modeling. Machine learning algorithms, cognitive models, and learning analytics turn education into a dynamic, self-developing system. This provides educators with tools

not only for analyzing the past but also for forecasting the future. Education thus becomes a realm in which data evolve into meaning, and meaning transforms into decisions that reshape practice. At the same time, the model preserves the humanistic dimension of pedagogy, as it demands reflection on the assumptions, limits, and values guiding the use of technology.

Theoretical and practical analysis suggests that mathematical modeling in vocational education has not only instrumental but also strategic significance. It determines the direction of educational system modernization, fosters a culture of evidence-based practice, provides a foundation for intelligent educational ecosystems, and shapes the teacher-researcher – an educator capable of thinking in terms of systems, data, and patterns. In this context, modeling becomes not merely a method, but a philosophy of educational activity – a philosophy that integrates the precision of science, the humanism of pedagogy, and the ethics of responsibility in the digital age.

Prospects for further research open in several directions: developing adaptive models for assessing soft skills; creating integrated digital platforms that combine learning, analytical, and management functions; implementing cognitively oriented learning models; and advancing AI-based methods for evaluating pedagogical analytics. The realization of these directions will deepen the analytical culture of education, promote a holistic approach to data, and ensure the sustainable development of educational systems in the era of knowledge intellectualization.

Thus, mathematical modeling in vocational education is not only a means of developing analytical thinking and digital competence but also an instrument of the cultural evolution of pedagogy. It affirms the scientific mode of thinking as the foundation of professional excellence and opens the path toward a new era of education – one in which the teacher is not merely a transmitter of knowledge, but a researcher, analyst, and creator of the intellectual future.

References

Nychkalo, N. H. (2018). *Vocational education: Methodological foundations of development.* Pedahohichna Dumka.

Radkevych, V. O. (2019). *Quality management in vocational education: Theory, practice, innovations.* Institute of Vocational Education and Training of the NAES of Ukraine.

Sushchenko, L. O. (2020). *Modeling of educational processes in vocational and technical education.* Ukrainian Engineering Pedagogics Academy.

Morze, N. V., & Kuzminska, O. H. (2020). Digital competence of teachers: Content and structure. *Information Technologies and Learning Tools, 78*(4), 1–15.

Spirin, O. M. (2016). *Information and communication technologies in education: Theory and practice.* Pedahohichna Dumka.

Pometun, O. I. (2019). *Innovative approaches in vocational education: Problems, searches, solutions.* Osvita.

Luhovyi, V. I. (2021). Teacher's professional competence in the context of education digitalization. *Educational Discourse, 3*(35), 17–29.

Zhaldak, M. I. (2015). *Informatics and the learning process: Modeling and pedagogical technologies.* Pedahohichna Dumka.

Havryliuk, I. M. (2022). Modeling the development of future teachers' pedagogical competence. *Vocational Education: Methodology, Theory and Practice, 4,* 56–68.

Melnyk, O. M. (2021). Learning analytics in the system of educational management. *Educational Discourse, 3*(34), 45–58.

11 Siemens, G. (2014). Learning analytics: The emergence of a discipline. *American Behavioral Scientist, 57*(10), 1380–1400.

Gašević, D., Dawson, S., & Siemens, G. (2019). Let's not forget: Learning analytics are about learning. *TechTrends, 63*(1), 64–71.

Baker, R. S., & Inventado, P. (2017). *Educational data mining and learning analytics.* Springer.

Buckingham Shum, S., & Ferguson, R. (2018). Social learning analytics. *Educational Technology & Society, 15*(3), 3–26.

Bybee, R. (2013). *The case for STEM education.* NSTA Press.

Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: The role of argumentation and modelling. *Journal of Science Education, 25*(9), 1–19.

Kolb, D. (2015). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development.* Pearson.

Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university.* Open University Press.

Abstract

The article explores the role of mathematical modeling as a key methodological and technological instrument for developing analytical thinking and digital competence within the system of vocational education. It substantiates the conceptual interrelation between modeling, analytical cognition, and digital literacy, emphasizing their synergistic nature. Mathematical modeling is presented not only as a means of quantitative analysis but also as a form of scientific reasoning that integrates theory and practice, enabling evidence-based pedagogical decision-making. The study highlights innovative applications of modeling in digital pedagogy, including adaptive learning systems, learning analytics, simulation environments, and artificial intelligence–driven educational platforms. Particular attention is given to the training of the teacher-researcher capable of integrating

modeling techniques into professional practice and fostering a culture of data-driven reflection. The paper concludes that mathematical modeling serves as both a didactic tool and a philosophical foundation for the modernization of vocational education, uniting the precision of science, the humanism of pedagogy, and the ethics of responsibility in the digital age.

Streszczenie

Artykuł analizuje rolę modelowania matematycznego jako kluczowego narzędzia metodologicznego i technologicznego w rozwijaniu myślenia analitycznego oraz kompetencji cyfrowych w systemie edukacji zawodowej. Uzasadniono koncepcyjny związek między modelowaniem, poznaniem analitycznym a alfabetyzacją cyfrową, podkreślając ich synergiczny charakter. Modelowanie matematyczne przedstawiono nie tylko jako narzędzie analizy ilościowej, lecz także jako formę naukowego rozumowania, która integruje teorię i praktykę, umożliwiając podejmowanie decyzji pedagogicznych opartych na dowodach. W badaniu podkreślono innowacyjne zastosowania modelowania w pedagogice cyfrowej, w tym systemy adaptacyjnego uczenia się, analitykę edukacyjną, środowiska symulacyjne oraz platformy edukacyjne oparte na sztucznej inteligencji. Szczególną uwagę zwrócono na kształcenie nauczyciela–badacza, zdolnego do integrowania technik modelowania z praktyką zawodową oraz rozwijania kultury refleksji opartej na danych. Artykuł kończy się wnioskiem, że modelowanie matematyczne pełni zarówno funkcję narzędzia dydaktycznego, jak i filozoficznej podstawy modernizacji edukacji zawodowej, łącząc precyzję nauki, humanizm pedagogiki i etykę odpowiedzialności w erze cyfrowej.

Author

Lesia Buiak – Doctor of Economics, Professor, and Head of the Department of Economic Cybernetics and Informatics. Author of more than 100 scientific publications. Member of the editorial boards of the academic journals Visnyk Ekonomiky (Economic Bulletin), Halytskyi Ekonomichnyi Visnyk (Galician Economic Bulletin), and Svit Finansiv (World of Finance). Reviewer of the materials of the International Conference ACIT (2016–2025), indexed in the Scopus scientometric database. Awarded Certificates of Appreciation by the Ministry of Education and Science of Ukraine and the Ternopil Regional State Administration, as well as the Medal “For Sacrifice and Love for Ukraine” by the Patriarch of Kyiv and All Rus’-Ukraine.

Оксана Коваль,
доцент кафедри економічної кібернетики та інформатики,
директор навчально-наукового центру комунікацій, к.пед.н.,
Західноукраїнський національний університет (Україна)
ORCID ID: 0000-0003-4224-601X

Марія Бригадир,
доцент кафедри психології та соціальної роботи, к.психол.н.,
Західноукраїнський національний університет (Україна)
ORCID ID: 0000-0002-1101-7479

Юрій Вовчук,
генеральний директор «Vovk Foundation» (США)

STEM-ОСВІТА В УКРАЇНІ: СУЧАСНИЙ СТАН, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ[1]

Анотація. У статті розглянуто сучасний стан STEM-освіти в Україні, зокрема на прикладі Тернопільської області; визначено основні тенденції, проблеми та перспективи розвитку цього напряму, який об'єднує науку, технології, інженерію та математику. Проведено дослідження, спрямоване на оцінку доступності та якості STEM-навчання, аналіз забезпеченості навчальних закладів необхідним обладнанням та рівня підготовки педагогічних кадрів. Отримані дані дозволяють зробити висновки щодо ефективності існуючих освітніх програм та визначити ключові напрями для їх вдосконалення.

STEM-освіта є одним із пріоритетних напрямків сучасної освітньої політики, оскільки вона сприяє формуванню у учнів критичного мислення, навичок роботи з інноваційними технологіями та розв'язання складних реальних проблем. У статті підкреслюється, що розвиток STEM-освіти є важливим чинником підготовки конкурентоспроможних фахівців у умовах цифровізації. Автор акцентує увагу на необхідності інтеграції новітніх технологій у навчальний процес, що дозволить учням краще адаптуватися до вимог сучасного ринку праці.

Однією з ключових проблем, виявлених у дослідженні, є недостатня забезпеченість навчальних закладів сучасним обладнанням та ресурсами для ефективного викладання STEM-дисциплін. Крім того, існують деякі потреби у підвищенні кваліфікації педагогічних кадрів, які мають володіти не лише теоретичними знаннями, але й практичними навичками роботи з

[1] Дослідження проведене в рамках проєкту «STEM-лабораторія ЗУНУ», реалізованого на базі навчально-наукового центру комунікацій Західноукраїнського національного університету завдяки підтримці американської неурядової організації «Vovk Foundation», благодійного фонду «BlueCheck Ukraine» та ГО «Міжнародний інститут комунікацій».

новітніми технологіями. Автори пропонують низку рекомендацій щодо впровадження інноваційних методів навчання та підвищення мотивації учнів до вивчення STEM-дисциплін.

Перспективи розвитку STEM-освіти в Україні пов'язані з активізацією цифровізації освітнього процесу, впровадженням онлайн-платформ та інтерактивних методів навчання. У статті обґрунтовується необхідність розробки нових навчальних програм, які враховуватимуть сучасні виклики та потребу у міждисциплінарній підготовці. Особливу увагу приділено розвитку партнерства між навчальними закладами, бізнесом та державними структурами для створення ефективної екосистеми STEM-освіти.

Результати дослідження можуть стати основою для розробки стратегій розвитку STEM-освіти в Україні, спрямованих на підвищення якості підготовки майбутніх фахівців. Автор підкреслює, що впровадження інноваційних підходів до навчання, підтримка педагогічних кадрів та забезпеченість навчальних закладів сучасними ресурсами є ключовими чинниками успішного розвитку STEM-освіти. Це, у свою чергу, сприятиме формуванню нової генерації креативних та технічно обізнаних спеціалістів, здатних ефективно працювати у умовах цифрової трансформації.

Ключові слова: STEM-освіта, цифровізація освіти, професійна підготовка, інноваційні технології, критичне мислення, інтерактивне навчання, міждисциплінарна підготовка.

У сучасному світі, який стрімко розвивається під впливом технологічних інновацій та цифрової трансформації, STEM-освіта (Science, Technology, Engineering, Mathematics) набуває все більшого значення. Вона є основою для підготовки нової генерації фахівців, здатних ефективно працювати в умовах глобальної конкуренції та швидких змін. Україна, як частина світової спільноти, стикається з необхідністю інтегруватися в цей процес, щоб забезпечити своїй молоді доступ до якісної освіти, яка відповідає вимогам XXI століття.

Актуальність дослідження STEM-освіти в Україні зумовлена низкою чинників. По-перше, це потреба у підготовці кваліфікованих кадрів для розвитку інноваційної економіки, зокрема в галузях, пов'язаних з технологіями, інженерією та наукою. По-друге, недостатній рівень забезпеченості навчальних закладів сучасним обладнанням та ресурсами, що обмежує можливості для ефективного навчання. По-третє, існує значна потреба у підвищенні кваліфікації педагогічних кадрів, які мають відігравати ключову роль у залученні учнів до STEM-дисциплін. Особливо важливим є дослідження стану STEM-освіти на регіональному рівні, зокрема в Тернопільській області, що дозволяє виявити специфічні проблеми та потреби, характерні для конкретних територій. Це дає змогу розробити цілеспрямовані рекомендації

щодо покращення якості навчання, забезпечення рівного доступу до освіти та впровадження інноваційних методів навчання.

Таким чином, дослідження стану STEM-освіти в Україні, її викликів та перспектив є надзвичайно актуальним. Воно спрямоване на визначення шляхів вдосконалення освітньої системи, що дозволить підготувати конкурентоспроможних фахівців, здатних ефективно працювати в умовах цифрової економіки та сприяти розвитку інноваційного потенціалу країни.

Проблематика STEM-освіти є предметом активного обговорення в науковій літературі та дослідницькій практиці останніх років. Багато науковців, педагогів та експертів у сфері освіти зосереджують увагу на дослідженні ефективності STEM-підходу, його впливу на розвиток критичного мислення, креативності та технічних навичок у учнів. Останні дослідження підкреслюють, що STEM-освіта є ключовим інструментом для підготовки майбутніх фахівців, які зможуть ефективно функціонувати в умовах швидкої цифровізації та глобальних викликів.

Теоретичні та практичні аспекти цифровізації освіти, зокрема застосування інформаційних технологій як одного з ключових елементів STEM-освіти, розглядаються у працях таких вчених, як М.І. Жалдак, Н.В. Морзе, Ю.С. Рамський, О.М. Спірін, С.О. Семеріков, Є.М. Смирнова-Трибульська, О.В. Співаковський та інших[2] [3] [4] [5] [6]. Вони досліджують роль інноваційних технологій у трансформації навчального процесу та їх вплив на розвиток STEM-направленої освіти.

Питання формування інноваційного та дослідницького мислення викладачів та учнів як основи STEM-освіти висвітлюються у роботах вітчизняних і зарубіжних науковців, серед яких Н.В. Морзе, Т.І. Андрущенко, С.М. Буліга, С.М. Бревус, В.Ю. Величко, С.А. Гальченко, Л.С. Глоба, К.Д. Гуляєв, В.В. Камишин, Е.Я. Клімова, О.Б. Комова, О.В. Лісовий, Л.Г. Ніколенко, Р.В. Норчевський, М.А. Попова, В.В. Приходнюк, М.Н. Рибалко, О.Є. Стрижак, І.С.

[2] Балик Н. Р. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти / Н. Р. Балик, Г. П. Шмигер // Фізико-математична освіта. – 2017. – Вип. 2. – С. 26-30.
[3] Гончарова Н. О. Понятійно-категоріальний апарат з проблеми дослідження аспектів STEM-освіти. Наукові записки Малої академії наук України. Сер. : Педагогічні науки : зб. наук. пр. Київ : Ін-т обдарованої дитини НАПН України, 2017. Вип. 10. С. 104–114.
[4] Морзе Н.В. Основи робототехніки: навчальний посібник / Н.В. Морзе, Л.О. Варченко, Троценко, М.А. Гладун. – Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О.А., 2016. – 184 с. 4.
[5] Morel, N. J. Setting the Stage for Collaboration: An Essential Skill for Professional Growth. Delta Kappa Gamma Bulletin, 2014. – 81(1), pp.36-39.
[6] Langdon, D., McKittrick, G., Beede, D., Khan, B., & Doms, M. STEM: Good jobs now and for the future. Washington, DC: U.S. Department of Commerce [Electronic resource] / Retrieved from: http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/stemfinalyjuly14_1.pdf.

Чернецький, а також зарубіжні дослідники, такі як M. Harrison, D. Langdon, B. Means, E. Peters-Burton, N. Morel, J. Confrey, A. House та інші [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14].

Багато науковців підкреслюють, що реалізація STEM-освіти ґрунтується на міждисциплінарному та проєктному підходах. Особливу увагу приділено практичній складовій, яка інтегрує знання з різних природничих наук у єдину систему, спрямовану на розв'язання реальних проблем. Це підтверджує, що STEM-освіта не лише формує теоретичну базу, але й розвиває практичні навички, необхідні для сучасного життя та професійної діяльності[15] [16] [17].

У світовому контексті дослідження STEM-освіти охоплюють широкий спектр питань, зокрема інтеграцію новітніх технологій у навчальний процес, розробку інноваційних навчальних програм та підвищення кваліфікації педагогічних кадрів. Дослідження, проведені в країнах Європейського Союзу та США, підкреслюють важливість створення ефективної екосистеми STEM-освіти, яка включає партнерство між навчальними закладами, бізнесом та державними структурами[18] [19] [20] [21] [22]. Такі дослідження показують, що співпраця між цими секторами сприяє розвитку практичних навичок у учнів та забезпечує їх готовність до вимог ринку праці.

У контексті України проблеми STEM-освіти також активно досліджуються, проте існує низка специфічних викликів, які потребують подальшого вивчення. Зокрема, дослідження,

[7] Балик Н. Р. Шмигер Г. П. Указ. праця. – С. 26-30.
[8] Гончарова Н. О. Указ. праця. – С. 104–114.
[9] Морзе Н.В., Варченко Л.О. Указ. праця. – 184 с.
[10] Патрикєєва О. О. Актуальність запровадження STEM-навчання в Україні / Патрикєєва О. О. // Інформаційний збірник для директорів школи. – 2016.
[11] Світ інноваційних можливостей: актуальні питання розвитку STEM-освіти : колективна монографія / за заг. ред. О. Є. Стрижака, Ю. І. Завалевського. Київ, 2023. 254 с.
[12] Швардак М. В. STEM-освіта засобами цифрових технологій. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи: зб. наук. пр. М-во освіти і науки України, Укр. держ. ун-т імені Михайла Драгоманова. Вип. 92. Том 1. Київ : Видавничий дім «Гельветика», 2023. С. 160–164.
[13] Harrison, M. Supporting the T and the E in STEM: 2004–2010. Design and Technology Education: An International Journal, 2011. – 16(1), pp.17–25.
[14] Morel, N. J. Setting the Stage for Collaboration: An Essential Skill for Professional Growth. Delta Kappa Gamma Bulletin, 2014. – 81(1), pp.36-39.
[15] Балик Н. Р. Шмигер Г. П. Указ. праця. – С. 26-30.
[16] Патрикєєва О. О. Указ. праця. – 2016.
[17] Світ інноваційних можливостей… Указ. праця. – С. 112.
[18] Балик Н. Р. Шмигер Г. П. Указ. праця. – С. 26-30.
[19] Harrison, M. Supporting the T and the E in STEM…, pp.17–25.
[20] Langdon, D., McKittrick, G., Beede, D., Khan, B., & Doms, M. STEM: Good jobs now and for the future. Washington, DC: U.S. Department of Commerce [Electronic resource] / Retrieved from: http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/stemfinalyjuly14_1.pdf.
[21] Partnership For 21st Century Skills. Framework for 21st Century Learning. Retrieved on June 11, 2015 [Electronic resource] / Retrieved from: http://www.p21.org/our-work/p21-framework.
[22] STEM Innovation Task Force (2014). STEM 2.0 – An Imperative For Our Future Workforce. Retrieved on June 12, 2015 [Electronic resource] / Retrieved from: http://stemconnector.org/sitf.

проведені українськими науковцями, вказують на недостатню забезпеченість навчальних закладів сучасним обладнанням та ресурсами, що обмежує можливості для ефективного навчання. Крім того, актуальним залишається питання підготовки педагогічних кадрів, які мають володіти не лише теоретичними знаннями, але й практичними навичками роботи з інноваційними технологіями.

Останні публікації також підкреслюють важливість регіонального підходу до дослідження STEM-освіти. Наприклад, дослідження, проведені в окремих областях України, дозволяють виявити специфічні проблеми та потреби, характерні для конкретних територій[23]. Це стосується як міських, так і сільських шкіл, де рівень забезпеченості ресурсами та доступ до якісної освіти можуть суттєво відрізнятися.

У цілому STEM-освіта є важливим напрямком розвитку сучасної освіти, який потребує подальшого вдосконалення та адаптації до умов цифрової економіки. Однак для досягнення максимальної ефективності необхідно враховувати як світовий досвід, так і специфіку українського освітнього простору, зокрема регіональні особливості та наявні ресурси.

Мета дослідження – вивчити сучасний стан STEM-освіти в Україні, зокрема на прикладі Тернопільської області, визначити основні виклики та перспективи її розвитку в умовах цифровізації освіти.

Праця спрямована на аналіз доступності та якості STEM-навчання, забезпеченості навчальних закладів необхідним обладнанням, рівня підготовки педагогічних кадрів, а також на розробку рекомендацій щодо впровадження інноваційних підходів до професійної підготовки майбутніх фахівців. Окрім того, метою є виявлення шляхів покращення STEM-освіти для забезпечення її відповідності вимогам сучасного ринку праці та потреб цифрової економіки.

STEM-освіта (Science, Technology, Engineering, Mathematics) є одним із ключових напрямків розвитку сучасної освіти, який спрямований на формування в учнів критичного мислення, технічних навичок та здатності розв’язувати складні реальні проблеми. Це програма навчання, яка готує учнів, студентів до успішного працевлаштування та вимагає розуміння наукових понять, формування технічно складних навичок із застосуванням знань у галузі науки, інженерії, технології та математики[24].

У світовому контексті STEM-освіта розглядається як інструмент підготовки майбутніх фахівців, здатних ефективно функціонувати в умовах швидкої цифровізації та глобальних

[23] Балик Н. Р. Шмигер Г. П. Указ. праця. – С. 27.
[24] Балик Н. Р. Шмигер Г. П. Указ. праця. – С. 28.

викликів. В Україні цей напрямок набуває все більшого значення, однак його розвиток супроводжується низкою викликів, пов'язаних із недостатньою забезпеченістю навчальних закладів, необхідністю підвищення кваліфікації педагогічних кадрів та інтеграцією інноваційних технологій у навчальний процес[25] [26].

Сучасний стан STEM-освіти в Україні, зокрема в Тернопільській області, характеризується значним потенціалом. Згідно з результатами досліджень, багато шкіл, особливо в сільській місцевості, не мають достатньої кількості сучасного обладнання, такого як комп'ютери, 3D-принтери, робототехнічні набори та інші інструменти, необхідні для ефективного STEM-навчання. Крім того, існує потреба у вдосконаленні навчальних програм, які мають бути орієнтовані на практичне застосування знань та розвиток міждисциплінарних навичок. Важливим аспектом є також підготовка педагогічних кадрів, які мають володіти не лише теоретичними знаннями, але й практичними навичками роботи з новітніми технологіями.

Одним із ключових елементів розвитку STEM-освіти є впровадження цифрових технологій, які дозволяють створювати інтерактивне навчальне середовище, залучати учнів до вирішення реальних задач та розвивати їх творчий потенціал. Наприклад, використання онлайн-платформ, віртуальних лабораторій та програмованих роботів сприяє активізації пізнавальної діяльності учнів та формуванню в них навичок, необхідних для майбутньої професійної діяльності. Проте для успішного впровадження таких інновацій необхідно забезпечити навчальні заклади відповідною інфраструктурою, а також підтримувати постійне навчання вчителів, щоб вони могли ефективно використовувати новітні технології у своїй роботі.

У цьому контексті на базі навчально-наукового центру комунікацій Західноукраїнського національного університету було проведено дослідження щодо стану розвитку STEM-освіти в Україні з метою з'ясувати рівень доступності та якості STEM-навчання, забезпеченості навчальних закладів необхідним обладнанням, підготовки педагогів тощо. Дослідження охопило різні аспекти STEM-освіти, зокрема аналіз навчальних програм, оцінку інфраструктури навчальних закладів, рівень кваліфікації педагогічних кадрів та мотивацію учнів до вивчення STEM-дисциплін.

[25] Langdon, D., McKittrick, G., Beede, D., Khan, B., & Doms, M. STEM: Good jobs now and for the future. Washington, DC: U.S. Department of Commerce [Electronic resource] / Retrieved from: http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/stemfinalyjuly14_1.pdf.
[26] STEM Innovation Task Force (2014). STEM 2.0 – An Imperative For Our Future Workforce. Retrieved on June 12, 2015 [Electronic resource] / Retrieved from: http://stemconnector.org/sitf.

Вибірка для дослідження формувалася з урахуванням стратегії цільового відбору, щоб забезпечити репрезентативність та охопити різні групи, пов'язані зі сферою STEM-освіти. До дослідження були залучені 342 учасники, що є достатньою кількістю для отримання надійних результатів. Обсяг вибірки розраховувався за формулою:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{e^2}$$

де:

n – обсяг вибірки;

Z – стандартне відхилення (для рівня довіри 95 % Z=1,96Z=1,96);

p – очікувана частка (прийнято 0,5 для максимальної варіативності);

e – допустима похибка (прийнято 5 % або 0,05).

Підставивши значення, отримуємо:

$$n = \frac{1,96^2 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,5)}{0,05^2} = 384,16$$

Оскільки обсяг вибірки в дослідженні становив 342 учасники, що близько до розрахованого значення, це забезпечує достатню надійність результатів. Серед опитаних 25 % становили чоловіки, а 75 % – жінки. До дослідження залучили представників різних груп, зокрема вчителів, викладачів, учнів, студентів, батьків, психологів та інших фахівців, пов'язаних із сферою освіти. Такий різноманітний склад учасників дозволив отримати комплексну картину стану STEM-освіти, враховуючи погляди як безпосередніх учасників навчального процесу, так і тих, хто впливає на його організацію та результативність. Опитування охопило ключові аспекти, такі як доступність STEM-освіти, забезпеченість навчальних закладів необхідними ресурсами, рівень підготовки педагогічних кадрів та мотивація учнів до вивчення STEM-дисциплін. Результати дослідження дозволили виявити основні проблеми та сформулювати рекомендації щодо покращення якості STEM-освіти в Україні.

У дослідженні взяли участь респонденти різних вікових груп, що дозволило отримати різнобічну картину стану STEM-освіти в Україні. Серед учасників були представлені старшокласники (до 18 років), студенти (18-25 років), молоді фахівці, батьки (до 40 років), досвідчені педагоги та батьки, а також представники старшого покоління (41-60 років), які працюють у сфері освіти або є активними учасниками освітнього процесу, а також 60+. Такий

розподіл за віком дозволив врахувати думки як безпосередніх учасників навчання (учнів та студентів), так і тих, хто впливає на організацію та якість освіти (вчителі, викладачі, батьки, адміністрація освітніх закладів). Крім того, участь різних вікових груп дала змогу оцінити, як змінюються погляди на STEM-освіту в залежності від досвіду та покоління, що є важливим для розробки стратегій розвитку освіти, які враховують потреби всіх вікових категорій.

За результатами дослідження було встановлено, що 42,8 % респондентів мають досвід навчання в STEM-програмах або такі програми відвідує їхня дитина. Це свідчить про те, що STEM-освіта поступово набуває популярності в Україні, однак ще не є повсюдно доступною. У той же час 57,2 % опитаних відповіли, що не мають досвіду участі в таких програмах, що вказує на необхідність розширення доступу до STEM-навчання, особливо в регіонах із обмеженими ресурсами (рис. 1).

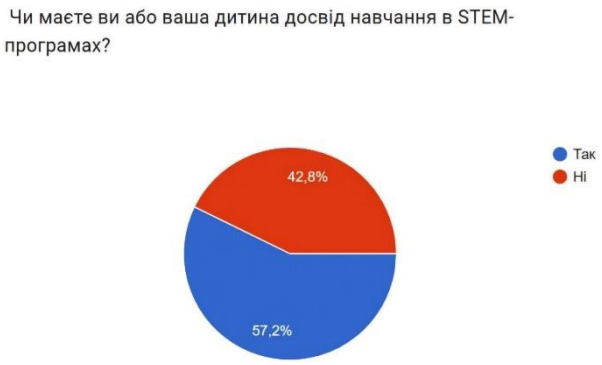


Рис. 1. *Досвід навчання в STEM-програмах (результати опитування).*

Ці дані підкреслюють важливість подальшого розвитку інфраструктури, підготовки педагогічних кадрів та популяризації STEM-освіти серед учнів, студентів та їхніх батьків для забезпечення рівних можливостей у отриманні якісної освіти.

Респондентам було запропоновано оцінити рівень доступності STEM-освіти в Україні. Отримані дані виглядають наступним чином (рис. 2):

Дуже високий рівень доступності – 2,1 %;
Високий рівень доступності – 20,7 %;
Середній рівень доступності – 62 %;
Низький рівень доступності – 15,2 %.

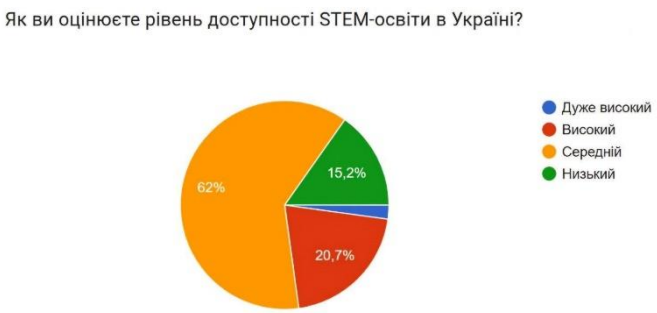


Рис. 2. *Рівень доступності STEM-освіти в Україні (результати опитування).*

Ці результати свідчать про те, що більшість респондентів (62 %) вважають доступність STEM-освіти в Україні середньою, що може бути пов’язано з нерівномірним розподілом ресурсів між міськими та сільськими школами, а також недостатньою кількістю навчальних програм та обладнання. Одночасно 20,7 % учасників оцінили доступність як високу, що може

відображати позитивний досвід у великих містах або спеціалізованих навчальних закладах. Проте 15,2 % респондентів вказали на низький рівень доступності, що підкреслює наявність серйозних проблем у деяких регіонах або для окремих груп населення. Лише 2,1 % опитаних вважають доступність STEM-освіти дуже високою, що підтверджує необхідність подальшого розвитку цього напряму для забезпечення рівних можливостей для всіх учнів.

Також учасникам було запропоновано оцінити, наскільки STEM-освіта в Україні відповідає сучасним вимогам ринку праці. Отримані дані розподілилися наступним чином (рис. 3):

Повністю відповідає – 11,6 %;

Частково відповідає – 54,3 %;

Не відповідає – 9,1 %;

Важко відповісти – 25 %.

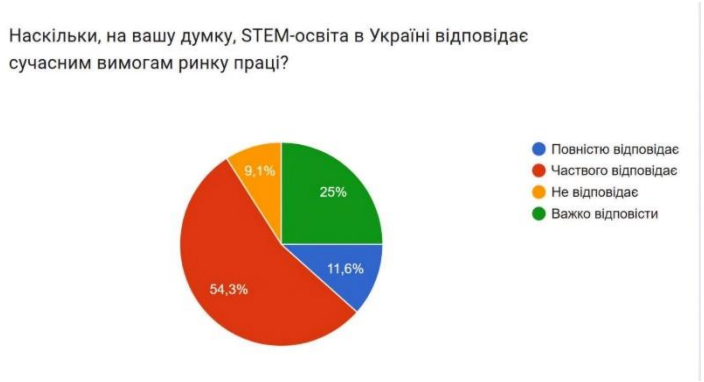


Рис. 3. *Відповідність STEM-освіти в Україні сучасним вимогам ринку праці (результати опитування).*

Ці результати свідчать про те, що більшість респондентів (54,3 %) вважають, що STEM-освіта в Україні лише частково відповідає вимогам ринку праці. Це може бути пов'язано з недостатньою інтеграцією практичних навичок у навчальні програми, обмеженим доступом до сучасного обладнання та необхідністю оновлення підходів до навчання. Лише 11,6 % опитаних вважають, що STEM-освіта повністю відповідає сучасним вимогам, що підкреслює наявність позитивних прикладів, які, однак, є недостатньо поширеними.

9,1 % респондентів вказали, що STEM-освіта не відповідає вимогам ринку праці, що може бути пов'язано з відсутністю зв'язку між навчальними програмами та реальними потребами роботодавців. Окрім того, 25 % учасників вважають, що важко дати однозначну відповідь, що може свідчити про недостатню обізнаність щодо вимог ринку праці або складність оцінки ефективності освіти в цьому контексті.

Ці дані підкреслюють необхідність подальшого вдосконалення STEM-освіти, зокрема шляхом активізації співпраці між навчальними закладами, бізнесом та державними структурами для забезпечення відповідності навчальних програм реальним потребам ринку праці.

На питання наскільки часто реципієнти або їхні діти стикаються з використанням STEM-технологій у навчальному процесі, результативні дані розподілилися наступним чином:

Щодня – 11,6 %;

Кілька разів на тиждень – 39,5 %;

Рідко – 39,1 %;

Майже ніколи – 9,8 %.

Ці результати свідчать про те, що більшість респондентів (39,5 %) стикаються з використанням STEM-технологій кілька разів на тиждень, що може бути пов'язано з активним впровадженням інноваційних методів навчання в окремих навчальних закладах або під час спеціалізованих занять. Однак 39,1 % учасників зазначили, що використання таких технологій є рідкісним, що може свідчити про недостатню забезпеченість шкіл сучасним обладнанням або обмежений доступ до STEM-ресурсів.

11,6 % респондентів повідомили, що стикаються з використанням STEM-технологій щодня, що може бути характерним для спеціалізованих шкіл, гуртків або навчальних програм, орієнтованих на інновації. У той же час 9,8 % опитаних зазначили, що майже ніколи не стикаються з такими технологіями, що підкреслює наявність серйозних проблем у забезпеченні рівного доступу до STEM-освіти, особливо в сільській місцевості або малозабезпечених школах.

Ці дані підкреслюють необхідність подальшого розвитку інфраструктури, забезпечення навчальних закладів сучасними технологіями та підвищення кваліфікації педагогічних кадрів для активізації використання STEM-технологій у навчальному процесі.

У ході дослідження учасникам було запропоновано оцінити, наскільки українські заклади освіти забезпечені необхідним STEM-обладнанням. Отримані дані розподілилися наступним чином (рис. 4):

Повністю забезпечені – 3,3 %;

Частково забезпечені – 41,3 %;

Погано забезпечені – 47,8 %;

Зовсім не забезпечені – 7,6 %.

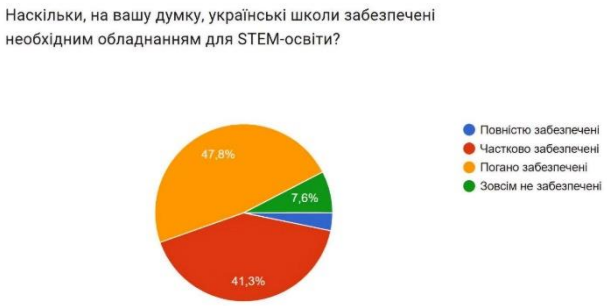


Рис. 4. *Рівень забезпечення українських закладів освіти STEM обладнанням (результати опитування).*

Ці результати свідчать про те, що більшість респондентів (41,3 %) вважають українські школи лише частково забезпеченими необхідним обладнанням для STEM-освіти. Це може бути пов'язано з наявністю базового обладнання, якого, однак, недостатньо для повноцінного впровадження інноваційних методів навчання. Окрім того, 47,8 % опитаних оцінили

забезпеченість ЗО як погану, що підкреслює серйозний дефіцит сучасних технологій, таких як комп'ютери, 3D-принтери, робототехнічні набори тощо.

Лише 3,3 % респондентів вважають, що освітні заклади повністю забезпечені необхідним обладнанням, що може стосуватися окремих спеціалізованих навчальних закладів або шкіл у великих містах. У той же час 7,6 % учасників зазначили, що вони зовсім не забезпечені обладнанням для STEM-освіти, що свідчить про критичну ситуацію в окремих регіонах або малозабезпечених школах.

Ці дані підкреслюють нагальну необхідність інвестування в освітню інфраструктуру, забезпечення шкіл сучасними технологіями та створення рівних умов для всіх учнів, незалежно від їх місця проживання.

Окрім цього учасникам було запропоновано оцінити рівень підготовки вчителів для викладання STEM-дисциплін. Отримані дані розподілилися наступним чином (рис. 5):

Дуже високий рівень підготовки – 1,4 %;

Високий рівень підготовки – 17,8 %;

Середній рівень підготовки – 64,9 %;

Низький рівень підготовки – 15,9 %.

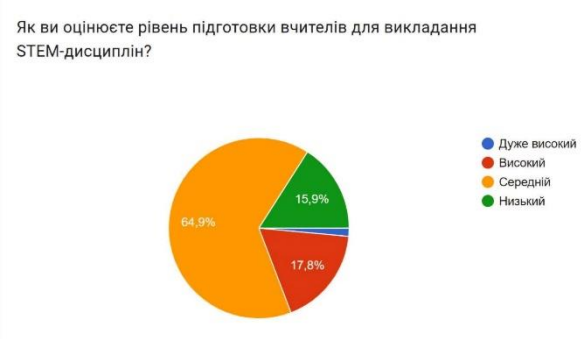


Рис. 5. *Рівень підготовки вчителів для викладання STEM-дисциплін (результати опитування).*

Ці результати свідчать про те, що більшість респондентів (64,9 %) вважають рівень підготовки вчителів для викладання STEM-дисциплін середнім. Це може бути пов'язано з тим, що багато педагогів мають базову підготовку, але їм не вистачає знань та навичок для роботи з сучасними технологіями та інноваційними методами навчання. Окрім того, 15,9 % опитаних оцінили рівень підготовки як низький, що підкреслює нагальну потребу у підвищенні кваліфікації педагогічних кадрів та впровадженні програм підтримки для вчителів.

17,8 % респондентів вважають, що рівень підготовки вчителів є високим, що може стосуватися окремих педагогів або спеціалізованих навчальних закладів, де активно впроваджуються інноваційні підходи. У той же час лише 1,4 % учасників зазначили, що рівень підготовки є дуже високим, що свідчить про обмежену кількість педагогів, які повністю відповідають сучасним вимогам STEM-освіти.

Ці дані підкреслюють необхідність розробки та впровадження програм підвищення кваліфікації для вчителів, орієнтованих на сучасні методики STEM-освіти, а також забезпечення їх доступом до необхідних ресурсів та навчальних матеріалів.

На питання, чи достатньо в Україні програм підвищення кваліфікації для вчителів STEM-дисциплін, отримані дані розподілилися наступним чином:

Так, достатньо – 18,8 %;

Дещо недостатньо – 28,3 %;

Недостатньо – 23,2 %;

Важко відповісти – 29,7 %.

Ці результати свідчать про те, що більшість респондентів (28,3 %) вважають, що програм підвищення кваліфікації для вчителів STEM-дисциплін дещо недостатньо. Це може бути пов'язано з тим, що існуючі програми покривають лише частину потреб педагогів, але не забезпечують повноцінного доступу до сучасних знань та навичок. Окрім того, 23,2 % опитаних оцінили кількість таких програм як недостатню, що підкреслює нагальну потребу у розширенні можливостей для професійного розвитку вчителів.

18,8 % респондентів вважають, що програм підвищення кваліфікації достатньо, що може стосуватися окремих регіонів або спеціалізованих навчальних закладів, де такі програми активно впроваджуються. У той же час 29,7 % учасників зазначили, що їм важко відповісти на це питання, що може свідчити про недостатню обізнаність щодо наявних програм або їхньої доступності для широкого кола педагогів.

Ці дані підкреслюють необхідність розширення та вдосконалення програм підвищення кваліфікації для вчителів STEM-дисциплін, зокрема шляхом забезпечення їх доступності для педагогів у різних регіонах України та інтеграції сучасних методів навчання.

На питання, чи є в Україні достатня кількість гуртків та позашкільних занять з STEM-напрямків, ми отримали наступні відповіді:

Так, достатньо – 6,5 %;

Дещо недостатньо – 31,2 %;

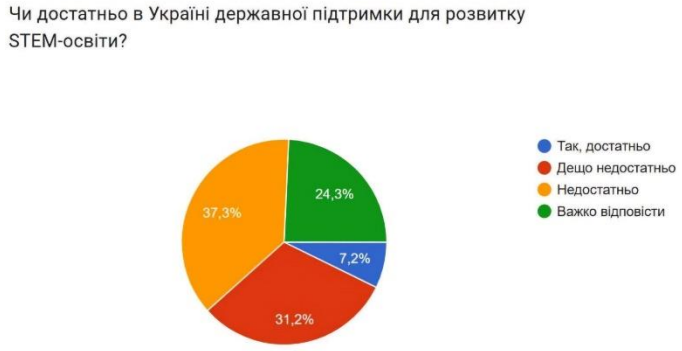
Недостатньо – 35,9 %;

Важко відповісти – 26,4 %.

Ці результати свідчать про те, що більшість респондентів (35,9 %) вважають, що гуртків та позашкільних занять з STEM-напрямків недостатньо. Це може бути пов'язано з обмеженим доступом до таких програм у сільській місцевості або малозабезпечених регіонах, а також із недостатньою кількістю кваліфікованих педагогів для їх проведення. Окрім того, 31,2 % опитаних оцінили кількість таких заходів як дещо недостатню, що підкреслює потребу у розширенні пропозиції позашкільних STEM-активностей.

Лише 6,5 % респондентів вважають, що гуртків та позашкільних занять достатньо, що може стосуватися великих міст або окремих спеціалізованих центрів, де такі програми активно

розвиваються. У той же час 26,4 % учасників зазначили, що їм важко відповісти на це питання, що може свідчити про недостатню обізнаність щодо наявних можливостей або їхньої доступності для широкого кола учнів.



Ці дані підкреслюють необхідність розширення мережі гуртків та позашкільних занять з STEM-напрямків, зокрема шляхом забезпечення їх доступності для дітей у різних регіонах України, підтримки педагогічних кадрів та популяризації STEM-освіти серед учнів і батьків.

Рис. 6. *Рівень державної підтримки для розвитку STEM-освіти (результати опитування).*

Учасникам було запропоновано оцінити, чи достатньо в Україні державної підтримки для розвитку STEM-освіти. Отримані дані розподілилися наступним чином (рис. 6):

Так, достатньо – 7,2 %;

Дещо недостатньо – 31,2 %;

Недостатньо – 37,3 %;

Важко відповісти – 24,3 %.

Ці результати свідчать про те, що більшість респондентів (37,3 %) вважають державну підтримку для розвитку STEM-освіти недостатньою. Це може бути пов'язано з обмеженим фінансуванням, недостатньою кількістю програм підтримки для навчальних закладів та педагогів, а також із відсутністю системного підходу до розвитку цього напряму. Окрім того, 31,2 % опитаних оцінили державну підтримку як дещо недостатню, що підкреслює потребу у розширенні ініціатив та ресурсів для STEM-освіти.

Лише 7,2 % респондентів вважають, що державної підтримки достатньо, що може стосуватися окремих успішних проектів або регіонів, де такі програми активно впроваджуються. У той же час 24,3 % учасників зазначили, що їм важко відповісти на це питання, що може свідчити про недостатню обізнаність щодо державних ініціатив або їхньої ефективності.

Ці дані підкреслюють необхідність посилення державної підтримки для розвитку STEM-освіти, зокрема шляхом збільшення фінансування, розробки стратегій розвитку, підтримки педагогічних кадрів та забезпечення рівного доступу до STEM-ресурсів для всіх регіонів України.

Щодо оцінки загального рівня зацікавленості учнів у вивченні STEM-дисциплін, отримані дані розподілилися наступним чином:

Дуже високий рівень зацікавленості – 8,1 %;

Високий рівень зацікавленості – 29,3 %;

Середній рівень зацікавленості – 58,3 %;

Низький рівень зацікавленості – 4,3 %.

Ці результати свідчать про те, що більшість респондентів (58,3 %) вважають загальний рівень зацікавленості учнів у вивченні STEM-дисциплін середнім. Це може бути пов'язано з тим, що багато учнів цікавляться окремими аспектами STEM-напрямків, але їхня мотивація може залежати від якості навчання, доступності ресурсів та підтримки з боку педагогів і батьків. Окрім того, 29,3 % опитаних оцінили рівень зацікавленості як високий, що може свідчити про позитивний вплив інноваційних методів навчання, гуртків та позашкільних занять.

Лише 4,1 % респондентів вважають, що рівень зацікавленості є дуже високим, що може стосуватися окремих учнів або спеціалізованих навчальних закладів, де STEM-освіта активно розвивається. У той же час 8,3 % учасників зазначили, що рівень зацікавленості є низьким, що може бути пов'язано з недостатньою популяризацією STEM-дисциплін, обмеженим доступом до ресурсів або відсутністю мотивації з боку педагогів та батьків.

Ці дані підкреслюють необхідність подальшої популяризації STEM-освіти, зокрема шляхом впровадження інтерактивних методів навчання, організації позашкільних заходів та залучення учнів до реальних проектів, які демонструють практичну цінність STEM-знань.

Висновки.

Дослідження стану STEM-освіти в Україні, зокрема на прикладі Тернопільської області, дозволило виявити низку ключових тенденцій, викликів та перспектив розвитку цього напряму. Основні висновки можна сформулювати наступним чином:

Рівень доступності STEM-освіти залишається нерівномірним. Більшість респондентів оцінюють його як середній (62 %), що свідчить про наявність значних ресурсів у великих містах, але обмежених можливостей у сільській місцевості та малозабезпечених регіонах.

Забезпеченість навчальних закладів необхідним обладнанням для STEM-освіти є недостатньою. Близько 47,8 % опитаних вважають, що школи погано забезпечені, що підкреслює потребу у інвестуванні в освітню інфраструктуру та закупівлю сучасних технологій.

Рівень підготовки педагогічних кадрів для викладання STEM-дисциплін оцінюється переважно як середній (64,9 %). Це свідчить про необхідність розширення програм підвищення кваліфікації та забезпечення вчителів доступом до сучасних навчальних ресурсів.

Державна підтримка STEM-освіти визнається недостатньою (37,3 %) або дещо недостатньою (31,2 %). Це підкреслює потребу у розробці стратегій розвитку, збільшенні фінансування та створенні ефективних механізмів підтримки навчальних закладів і педагогів.

Зацікавленість учнів у вивченні STEM-дисциплін оцінюється переважно як середня (58,3 %), що свідчить про потенціал для подальшого залучення молоді до цих напрямків через інноваційні методи навчання, позашкільні заходи та популяризацію STEM-професій.

Кількість гуртків та позашкільних занять з STEM-напрямків є недостатньою (35,9 %) або дещо недостатньою (31,2 %). Це підкреслює потребу у розширенні мережі таких заходів, особливо в регіонах з обмеженими ресурсами.

Відповідність STEM-освіти вимогам ринку праці оцінюється переважно як часткова (54,3 %), що свідчить про необхідність активізації співпраці між навчальними закладами, бізнесом та державними структурами для забезпечення практичної спрямованості навчальних програм.

Перспективи розвитку STEM-освіти в Україні пов’язані з інтеграцією інноваційних технологій, підвищенням кваліфікації педагогічних кадрів, забезпеченням рівного доступу до ресурсів та активізацією державної підтримки. Реалізація цих заходів дозволить підготувати нове покоління фахівців, здатних ефективно працювати в умовах цифрової економіки та сприяти інноваційному розвитку країни.

Наше дослідження не вичерпує повноти викладу.

Перспективи подальших розвідок вбачаємо у наступних напрямках, як-от: поглиблене вивчення регіональних особливостей STEM-освіти, дослідження впливу цифровізації на STEM-освіту, аналіз ефективності програм підвищення кваліфікації педагогічних кадрів, вивчення мотивації учнів до вивчення STEM-дисциплін, дослідження ролі батьків та громадськості у розвитку STEM-освіти, аналіз міжнародного досвіду впровадження STEM-освіти, розробка стратегій розвитку STEM-освіти для різних вікових груп.

Отже, перспективи подальших розвідок пов’язані з комплексним підходом до розвитку STEM-освіти, який враховує як національні, так і міжнародні тенденції, а також потреби всіх учасників освітнього процесу. Реалізація цих напрямків дозволить забезпечити якісну підготовку майбутніх фахівців та сприятиме інноваційному розвитку України.

Список використаних джерел

Балик Н. Р. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти / Н. Р. Балик, Г. П. Шмигер // Фізико-математична освіта. – 2017. – Вип. 2. – С. 26-30.

Гончарова Н. О. Понятійно-категоріальний апарат з проблеми дослідження аспектів STEM-освіти. Наукові записки Малої академії наук України. Сер. : Педагогічні науки : зб. наук. пр. Київ : Ін-т обдарованої дитини НАПН України, 2017. Вип. 10. С. 104–114.

Морзе Н.В. Основи робототехніки: навчальний посібник / Н.В. Морзе, Л.О. ВарченкоТроценко, М.А. Гладун. – Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О.А., 2016. – 184 с. 4.

Патрикєєва О. О. Актуальність запровадження STEM-навчання в Україні / Патрикєєва О. О. // Інформаційний збірник для директорів школи та завідуючого дитячим садочком. – 2016.

Світ інноваційних можливостей: актуальні питання розвитку STEM-освіти : колективна монографія / за заг. ред. О. Є. Стрижака, Ю. І. Завалевського. Київ, 2023. 254 с.

Швардак М. В. STEM-освіта засобами цифрових технологій. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи: зб. наук. пр. М-во освіти і науки України, Укр. держ. ун-т імені Михайла Драгоманова. Вип. 92. Том 1. Київ : Видавничий дім «Гельветика», 2023. С. 160–164.

Harrison, M. Supporting the T and the E in STEM: 2004–2010. Design and Technology Education: An International Journal, 2011. – 16(1), pp.17–25.

Morel, N. J. Setting the Stage for Collaboration: An Essential Skill for Professional Growth. Delta Kappa Gamma Bulletin, 2014. – 81(1), pp.36-39.

Langdon, D., McKittrick, G., Beede, D., Khan, B., & Doms, M. STEM: Good jobs now and for the future. Washington, DC: U.S. Department of Commerce [Electronic resource] / Retrieved from: http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/stemfinalyjuly14_1.pdf.

Partnership For 21st Century Skills. Framework for 21st Century Learning. Retrieved on June 11, 2015 [Electronic resource] / Retrieved from: http://www.p21.org/our-work/p21-framework.

STEM Innovation Task Force (2014). STEM 2.0 – An Imperative For Our Future Workforce. Retrieved on June 12, 2015 [Electronic resource] / Retrieved from: http://stemconnector.org/sitf.

References:

Balyk, N. R. (2017). *Pidkhody ta osoblyvosti suchasnoi STEM-osvity // Fizyko-matematychna osvita.* (Vol. 2. – pp 26-30.) [in Ukrainian].

Honcharova N. O. (2017). *Poniatiino-katehorialnyi aparat z problemy doslidzhennia aspektiv STEM-osvity. Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy. Ser. : Pedahohichni nauky : zb. nauk. pr.* Kyiv : In-t obdarovanoi dytyny NAPN Ukrainy.(Vol. 10. pp. 104–114) [in Ukrainian].

N.V. Morze, L.O. VarchenkoTrotsenko, M.A. Hladun. (2016). *Osnovy robototekhniky: navchalnyi posibnyk.* Kamianets-Podilskyi: PP Buinytskyi O.A. [in Ukrainian].

Patrykieieva O. O. (2016). *Aktualnist zaprovadzhennia STEM-navchannia v Ukraini. Informatsiinyi zbirnyk dlia dyrektoriv shkoly ta zaviduiuchoho dytiachym sadochkom* [in Ukrainian].

O. Ye. Stryzhaka, Yu. I. Zavalevskoho. (2023). *Svit innovatsiinykh mozhlyvostei: aktualni pytannia rozvytku STEM-osvity*. kolektyvna monohrafiia Kyiv.(P.254) [in Ukrainian].

Shvardak M. V. (2023). *STEM-osvita zasobamy tsyfrovykh tekhnolohii. Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Seriia 5.* Pedahohichni nauky: realii ta perspektyvy: zb. nauk. pr. M-vo osvity i nauky Ukrainy, Ukr. derzh. un-t imeni Mykhaila Drahomanova. Kyiv : Vydavnychyi dim «Helvetyka», (Vol. 92. T. 1. pp. 160–164.) [in Ukrainian].

Harrison, M. (2011). *Supporting the T and the E in STEM: 2004–2010. Design and Technology Education: An International Journal.* (Vol.16(1), pp.17–25) [in English].

Morel, N. J. (2014). *Setting the Stage for Collaboration: An Essential Skill for Professional Growth. Delta Kappa Gamma Bulletin.* (Vol 81(1), pp.36-39) [in English].

Langdon, D., McKittrick, G., Beede, D., Khan, B., & Doms, M. *STEM: Good jobs now and for the future. Washington, DC: U.S. Department of Commerce.* Retrieved from: http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/stemfinalyjuly14_1.pdf. [in English].

Partnership For 21st Century Skills. Framework for 21st Century Learning. Retrieved from: http://www.p21.org/our-work/p21-framework. [in English].

STEM Innovation Task Force (2014). *STEM 2.0 – An Imperative For Our Future Workforce*. Retrieved from: http://stemconnector.org/sitf. [in English].

Abstract

STEM Education in Ukraine: current status, challenges and prospects of digitalization of vocational training

The article examines the current state of STEM education in Ukraine, in particular, on the example of Ternopil region; the main trends, problems and prospects for the development of this area, which combines science, technology, engineering and mathematics, are identified. A study was conducted to assess the accessibility and quality of STEM education, analyze the provision of educational institutions with the necessary equipment and the level of training of teaching staff. The

data obtained allow us to draw conclusions about the effectiveness of existing educational programs and identify key areas for their improvement.

STEM education is one of the priorities of modern educational policy, as it promotes the development of critical thinking, skills in working with innovative technologies and solving complex real-world problems. The article emphasizes that the development of STEM education is an important factor in the training of competitive specialists in the context of digitalization. The author emphasizes the need to integrate the latest technologies into the educational process, which will allow students to better adapt to the requirements of the modern labor market.

One of the key problems identified in the study is the lack of modern equipment and resources for effective teaching of STEM disciplines. In addition, there are some needs for professional development of teaching staff, who should have not only theoretical knowledge but also practical skills in working with the latest technologies. The authors offer a number of recommendations for introducing innovative teaching methods and increasing students' motivation to study STEM disciplines.

Prospects for the development of STEM education in Ukraine are associated with the intensification of the digitalization of the educational process, the introduction of online platforms and interactive teaching methods. The article substantiates the need to develop new curricula that will take into account modern challenges and the need for interdisciplinary training. Particular attention is paid to the development of partnerships between educational institutions, business and government agencies to create an effective STEM education ecosystem.

The results of the study can serve as a basis for developing strategies for the development of STEM education in Ukraine aimed at improving the quality of training of future specialists. The author emphasizes that the introduction of innovative approaches to teaching, support for teaching staff, and provision of educational institutions with modern resources are key factors in the successful development of STEM education. This, in turn, will contribute to the formation of a new generation of creative and technically knowledgeable specialists who are able to work effectively in the context of digital transformation.

Keywords: STEM education, digitalization of education, professional training, innovative technologies, critical thinking, interactive learning, interdisciplinary training.

Streszczenie

Edukacja STEM na Ukrainie: stan obecny, wyzwania i perspektywy cyfryzacji kształcenia zawodowego

Artykuł przedstawia aktualny stan edukacji STEM na Ukrainie, ze szczególnym uwzględnieniem województwa tarnopolskiego, oraz identyfikuje główne kierunki rozwoju, problemy i perspektywy w tej dziedzinie łączącej naukę, technologię, inżynierię i matematykę. Przeprowadzono badania dotyczące dostępności i jakości edukacji STEM, analizy wyposażenia placówek edukacyjnych oraz poziomu przygotowania kadry dydaktycznej. Wyniki pozwalają ocenić skuteczność istniejących programów edukacyjnych i wskazać kluczowe obszary wymagające poprawy.

Edukacja STEM stanowi jeden z priorytetów współczesnej polityki edukacyjnej, wspierając rozwój myślenia krytycznego, umiejętności pracy z nowoczesnymi technologiami oraz rozwiązywania złożonych problemów praktycznych. Artykuł podkreśla znaczenie integracji najnowszych technologii w procesie nauczania, co pozwala uczniom i studentom lepiej dostosować się do wymagań współczesnego rynku pracy.

Do głównych problemów należą niedobór nowoczesnego sprzętu i zasobów do efektywnego nauczania przedmiotów STEM oraz potrzeby doskonalenia zawodowego kadry, która powinna posiadać zarówno wiedzę teoretyczną, jak i praktyczne umiejętności w pracy z nowymi technologiami. Autorzy proponują wprowadzenie innowacyjnych metod nauczania, zwiększenie motywacji uczniów oraz rozwój partnerstw między szkołami, biznesem i instytucjami publicznymi, aby stworzyć efektywny ekosystem edukacji STEM i wspierać kształcenie przyszłych specjalistów w warunkach cyfryzacji.

Автори

Оксана Коваль – директор навчально-наукового центру комунікацій Західноукраїнського національного університету (ЗУНУ), доцент кафедри економічної кібернетики та інформатики і кафедри фінансів ім. С. І. Юрія, кандидат педагогічних наук, психолог; сертифікований психоконсультант у методі позитивної психотерапії (Вісбаден, Німеччина) та сертифікований фасилітатор груп підтримки для дорослих, які переживають важкі втрати (Норвезька 8-ми крокова програма психологічної підтримки дорослих, підлітків та дітей, які втратили близьких, Akershus University Hospital).

Має багаторічний досвід організаційної та адміністративної роботи. Обіймала посади заступниці декана юридичного факультету ЗУНУ (2016-2020), заступниці декана соціально-гуманітарного факультету (2020-2021), директорки навчально-наукового інституту комунікацій (2021-2024). Володіє значним досвідом у налагодженні міжнародної співпраці з університетами та організаціями більш ніж у 25 країнах світу.

Також є засновницею та головою правління громадської організації «Міжнародний інститут комунікацій» і керівником українсько-американського проєкту «STEM-лабораторія ЗУНУ», спрямованого на розвиток STEM-освіти в Україні. Має досвід реалізації міжнародних освітніх проєктів, зокрема є керівником команд ЗУНУ у грантових проєктах: Erasmus+ Call – International Credit Mobility KA 107 та KA 171 (Netherlands Business Academy (Нідерланди, Бреда); EIT Culture & Creativity Investment Project / CALL #3 (Breakthrough Lab) / 774. Грандхолдер – Fondazione Fitzcarraldo / Італія / Асоціації та організації підтримки бізнесу: «Sustainable Cultural EnvironmeNtal Asset platform management platform. SCENA».

Авторка та організаторка численних міжнародних конференцій, літніх шкіл і програм професійного розвитку для педагогів, студентів, учнів, батьків дітей з інвалідністю, державних службовців і правоохоронців.

Наукова діяльність Оксани Коваль включає понад 100 публікацій в українських та міжнародних наукових виданнях, членство в редакційних колегіях міжнародних колективних монографій, зокрема: *Protection of Children's Rights from a Legal, Pedagogical and Psychological Perspective*, Olsztyn, 2021; *Communication as a Factor of Transparency of Social Interaction: Psychological, Historical, Legal, Economic and Political Dimensions*, Elk, 2022, 2024; *Communication as a Factor of Transparency in Social Interaction: The Era of Digitalization*, Elk, 2022, 2025.

Має членство у численних професійних і міжнародних організаціях: Українській асоціації психотерапевтів, Всесвітній асоціації позитивної та транскультуральної психотерапії WAPP, Національній асоціації психологів України, Європейській асоціації маркетингу та менеджменту, Міжнародній асоціації досліджень і практики переговорів INTRA; була членом редакційної колегії зарубіжного рецензованого наукового видання *Kortowski Przegląd Prawniczy* (Варміно-Мазурський університет, Польща, 2018-2019).

Серед нагород і відзнак: нагрудна відзнака Національної академії прокуратури України (2018), почесна відзнака Варміно-Мазурського університету в Ольштині (Польща, 2019), Грамота Верховної Ради України (2023), Почесна відзнака Національної поліції України (2025), Подяка Міністерства освіти і науки України (2025).

Марія Бригадир – кандидат психологічних наук, доцент кафедри психології та соціальної роботи, провідний спеціаліст навчально-наукового центру комунікацій, психолог, психотерапевт, тренер. Автор понад 135 публікацій у фахових та професійних виданнях України, Польщі, Словаччини.

Брала участь у понад 50 міжнародних, всеукраїнських та регіональних конференціях, семінарах із психології та соціальної роботи. Співкоординатор і тренер проєктів: «Перезавантаження» – тренінгу-інтенсиву розвитку soft- та hard-skills; тренінгу-інтенсиву з підвищення кваліфікації працівників структурних підрозділів медичних установ, які відповідають за надання медичних послуг. Співавтор та ведуча тренінгових занять у Школі професійного розвитку «Акме» для студентів спеціальностей «Психологія» та «Соціальна робота» ЗУНУ. Ведуча тренінгових занять із соціально-психологічної реабілітації та адаптації воїнів АТО та їх сімей. Член Всесвітньої організації Позитивної і транскультурної психотерапії; Громадської спілки «Національна психологічна асоціація»; Громадської організації «Асоціація психологів України «Разом заради майбутнього»; Соціологічної Асоціації України; редакційної колегії наукового часопису «Вітакультурний млин». Заступник редактора науково-практичного альманаху «Акме».

Нагороджена відзнакою Національної Академії прокуратури України – 2018 р. Сертифікований психотерапевт у напрямі «Позитивна психотерапія», сертифікований арт-терапевт.

Юрій Вовчук (Yurij F. Wowczuk) – засновник і директор VOVK Foundation Inc., грантодавець проєкту «STEM-лабораторія ЗУНУ»; директор з наукової роботи в організації ODFFU/ООЧСУ (Organization for the Defense of Four Freedoms of Ukraine, Inc.), яка займається підтримкою українських ініціатив у США та за кордоном.

Пан Вовчук має українське походження і є онуком видатного українського діяча Федіра Вовка (емігранта Івана Вовчука, 1902–1978), який був ключовою фігурою українського руху за незалежність XX століття, очолював провід ОУН на Нікопольщині, перед еміграцією до США був віце-президентом Української головної визвольної ради, а в США керував однією з найбільш потужних благодійних фундацій української діаспори «На захисті чотирьох свобод для України» та очолював політичну раду Українського Конгресового комітету Америки. Федір Вовк отримав почесне звання «Праведник народів світу» від ізраїльського національного інституту «Яд Вашем» за порятунок євреїв під час Другої світової війни.

Юрій Вовчук активно підтримує розвиток української освіти та науки через благодійні проєкти. Як керівник VOVK Foundation, він надає грантову підтримку інноваційним освітнім ініціативам, зокрема розвитку STEM-лабораторії Західноукраїнського національного університету, сприяючи впровадженню сучасних технологій та методів навчання для школярів і студентів України.

Оксана Ляска
доцент кафедри психології, соціології та педагогіки,
кандидат психологічних наук, доцент,
Харківський національний університет внутрішніх справ
ORCID ID: 0000-0001-6943-8957

ВИКОРИСТАННЯ VR-ТЕХНОЛОГІЙ У ПІДГОТОВЦІ ПОЛІЦЕЙСЬКИХ: ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ СТІЙКОСТІ

Анотація. У статті розглядається потенціал використання технологій віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальностей у підготовці правоохоронців до критичних ситуацій. Окреслено значення віртуальної ідентифікації у моделюванні професійних ролей і формуванні навичок саморегуляції. Обґрунтовано, що VR/AR-технології сприяють розвитку психологічної готовності до дій у критичних ситуаціях, зменшенню тривожності, підвищенню впевненості та рефлексивності у прийнятті рішень. Підсумовано, що занурювальний досвід є ефективним інструментом формування професійної компетентності правоохоронців, який поєднує когнітивні, емоційно-вольові та поведінкові компоненти підготовки.

Ключові слова: віртуальна реальність, доповнена реальність, занурювальний досвід, психологічні механізми, VR/AR-технології, правоохоронці, критичні ситуації, професійна підготовка, стресостійкість.

Постановка проблеми. Професійна діяльність поліцейського характеризується високою динамічністю та непередбачуваністю: вона прогнозує швидке реагування на загрози, прийняття рішень у стресових умовах, здатність діяти в умовах невизначеності та емоційної напруги. У сучасних реаліях криміногенна обстановка, зростання соціальної напруженості та ризики терористичних або масових інцидентів значно підвищують вимоги до психологічної та тактичної підготовки правоохоронців. Саме тому формування стресостійкості, критичного мислення, навичок прийняття рішень та ефективної комунікації у кризових ситуаціях стає пріоритетним напрямом у системі професійного навчання.

В Україні професійна підготовка поліцейських регламентується Законом України «Про Національну поліцію», внутрішніми нормативними актами Міністерства внутрішніх справ та

методичними рекомендаціями навчальних закладів системи МВС[1] [2] Документація визначає базові вимоги до психологічної підготовки, тактичної підготовки, оцінювання компетентності та тренувальної діяльності правоохоронців. На міжнародному рівні стандарти професійної підготовки формуються організаціями INTERPOL, CEPOL та UNODC.[3] [4] [5] Ці стандарти охоплюють комплексну підготовку працівників силових структур, включно з психологічною адаптацією, кризовою комунікацією, тактичною взаємодією та методиками роботи у критичних умовах. Використання цих рекомендацій забезпечує уніфікацію підготовки, порівнянність результатів та впровадження міжнародних практик у національні програми навчання.

В умовах воєнного стану в Україні професійна діяльність поліцейських ускладнилася значною мірою. Крім традиційних завдань із забезпечення правопорядку, працівники поліції змушені діяти в умовах підвищеної небезпеки, частих обстрілів, раптових надзвичайних ситуацій та значного потоку внутрішньо переміщених осіб. Це вимагає від правоохоронців не лише високого рівня фізичної та тактичної підготовки, а й здатності швидко адаптуватися до мінливих умов, приймати ефективні рішення в умовах сильного психологічного тиску, координувати дії в команді та забезпечувати безпеку цивільного населення.[6] [7]

У цьому контексті технології віртуальної реальності постають як інноваційний і високоефективний інструмент професійної підготовки майбутніх правоохоронців, що дозволяє долати як фізичні, так і психологічні бар'єри під час навчання. Віртуальна реальність визначається як використання комп'ютерних засобів для створення змодельованого тривимірного середовища. Завдяки сучасним технічним рішенням вона забезпечує високий рівень реалістичності та інтерактивності: система автоматично коригує зображення відповідно до рухів користувача, які фіксуються спеціальними сенсорами й передаються до обчислювального модуля. У результаті формується ефект повного занурення, коли користувач відчуває себе безпосереднім учасником подій.[8]

---

[1] Матюшкова Т. Н. Технології віртуальної та доповненої реальності у криміналістиці: переваги запровадження в навчальний процес. *Шлях успіху і перспективи розвитку (до 26 річниці заснування Харківського національного університету внутрішніх справ).* 2020. С. 318-320. URL: https://dspace.univd.edu.ua/server/api/core/bitstreams/b12a0989-6c35-47a9-91d8-96d20147c02f/content?trackerId=afc5c2f926033e50

[2] Міністерство внутрішніх справ України. Методичні рекомендації щодо психологічної підготовки поліцейських. К., 2022.

[3] INTERPOL. Guidelines on police training standards. Lyon, 2021.

[4] CEPOL. European Police Training Manual. Budapest, 2020.

[5] UNODC. Handbook on law enforcement training. Vienna, 2019.

[6] AR-технології у поліцейській підготовці: огляд та пепективи. *Технології безпеки,* 2021, №2, С. 77–89.

[7] Закон України «Про Національну поліцію». К., 2015

[8] What is virtual reality: definitions, devices and examples [What is virtual reality: definitions, devices and examples]. URL: https://www.marxentlabs.com/what-is-virtual-reality/.

Як зазначає Т. Матюшкова, технології віртуальної реальності дають можливість відтворити будь-яке середовище, виходячи з введених параметрів і заданих умов.[9] Крім того, на думку G.Makransky та R.E.Mayer, їх потенціал дозволяє не лише моделювати й відпрацьовувати можливі професійні ситуації в межах тренувальних програм, а й реконструювати реальні події з навчальною або аналітичною метою.[10] Таким чином, використання VR-технологій у системі підготовки правоохоронців відкриває нові можливості для формування професійних компетентностей, розвитку стресостійкості та підвищення ефективності освітнього процесу загалом.

Технологічний прогрес відкриває нові можливості для формування професійних навичок засобами VR (Virtual Reality) і AR (Augmented Reality). Ці технології дозволяють створювати високореалістичні симуляції, максимально наближені до реальних сценаріїв, без ризику для життя та здоров'я учасників. Серед основних переваг VR/AR виділяють можливість відпрацьовувати комплексні дії, багаторазово повторювати критичні сценарії та контролювати інтенсивність навчального стресу.

Мета нашого дослідження полягає у системному аналізі ефективності застосування VR і AR у підготовці поліцейських до критичних ситуацій, у описі авторської моделі інтеграції VR/AR у навчальні програми підготовки правоохоронців та у обґрунтуванні психологічних механізмів впливу цих технологій на навчальний процес.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковому дискурсі останніх років спостерігається значне зростання інтересу до використання VR/AR-технологій у професійній підготовці правоохоронців. Технології дозволяють моделювати небезпечні та критичні сценарії з високим рівнем занурення, що забезпечує ефективне та безпечне відпрацювання складних дій, зокрема тактичних алгоритмів і командної взаємодії.

На думку Я. Слупської та О. Шкуренко[11], застосування імерсивних технологій сприяє підвищенню рівня розуміння та запам'ятовування навчального матеріалу, оскільки вони забезпечують ефект присутності – здобувачі освіти сприймають навчальний процес від першої особи, мають змогу взаємодіяти з віртуальним середовищем та спостерігати за подіями у форматі «занурення».

[9] Матюшкова Т. Н. Технології віртуальної та доповненої реальності у криміналістиці: переваги запровадження в навчальний процес. *Шлях успіху і перспективи розвитку (до 26 річниці заснування Харківського національного університету внутрішніх справ).* 2020. С. 318. URL: https://dspace.univd.edu.ua/server/api/core/bitstreams/b12a0989-6c35-47a9-91d8-96d20147c02f/content?trackerId=afc5c2f926033e50

[10] Makransky G., Mayer R.E. Benefits of Immersive Virtual Reality in Learning: Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*. 2022. 34, pp. 387–414.

[11] Слупська Я.О., Шкуренко О.В. Застосування віртуальної реальності (VR) у освіті. *Молодий вчений*. 2022. № 9 (109). С. 82-88. URL: https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/5570/5453

О. Хмельницька[12] наголошує, що ефективність упровадження віртуальних технологій в освітній процес безпосередньо залежить від збалансованості таких складових, як якісне програмне забезпечення, технічні характеристики обладнання, урахування індивідуальних особливостей здобувачів вищої освіти та належна кваліфікація викладацького складу. Саме гармонійне поєднання цих компонентів створює оптимальні умови для інтеграції сучасних цифрових інструментів у систему освіти.

Ключовою перевагою такого виду інновацій в навчанні, як зазначив А. Порохнявий[13], є можливість отримати практичний досвід у безпечних умовах та розвинути навички, які можуть виявитися важливими на полі бою. На відмінну від традиційних навчань на полігоні, віртуальна реальність зменшує ризик травмування.

Дослідження Borsci та співавторів[14] продемонстрували, що VR-тренажери значно підвищують ефективність запам'ятовування інформації, розвиток практичних навичок та швидкість реакції у стресових умовах.

Zhang та колеги[15] встановили, що VR-сесії з імітацією екстремальних умов знижують рівень тривожності та стресу у користувачів, що підтверджує значущість психологічної складової занурювального навчання.

Психологічні механізми VR пов'язані з активацією зорово-просторового мислення, підвищенням емоційного залучення та формуванням ефекту присутності (presence), що сприяє більш глибокому засвоєнню матеріалу та розвитку адаптивної поведінки[16]. AR-технології, у свою чергу, дозволяють підвищувати ситуаційну обізнаність завдяки накладенню додаткової інформації на фізичне середовище, що є критично важливим для оперативного прийняття рішень у реальних умовах.

Варто також відзначити роль VR-терапії у зниженні посттравматичного стресового розладу (ПТСР), що є актуальним для спеціалістів силових структур, які регулярно стикаються з травматичними подіями[17].

---

[12] Хмельницька О. Застосування імерсивних технологій як прогресивний напрям модернізації професійної освіти. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького*. 2023. № 2. С.191–197. DOI: https://doi.org/10.31651/2524-260-2023-2-191-197

[13] Порохнявий А. Сучасні питання фізичної підготовки та фізичного виховання курсантів і студентів зво зі специфічними умовами навчання в умовах воєнного стану. *Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції (ДДУВС)*. 2024. Частина II. С. 640. URL: https://www.er.dduvs.edu.ua/bitstream/123456789/13977/1/299.pdf .

[14] Borsci S., Lawson G., Broome S. Designing effective VR training: a psychological perspective. *Interacting with Computers*. 2018. Vol. 30(2), pp. 132–147.

[15] Zhang Y., Hou J., Bi J. Stress management using VR exposure. *Frontiers in Psychology*. 2020. Vol. 11.

[16] Slater M. Immersion and presence in virtual environments: psychological principles. *Annual Review of Psychology*. 2018. 69, pp. 153–171.

[17] Wiederhold B.K. Virtual Reality Therapy and Law Enforcement Stress Management. *Cyberpsychology*. 2021. Vol. 24(5), pp. 310–321.

Проте, незважаючи на підтверджену ефективність VR/AR, у системі професійної підготовки правоохоронців України впровадження цих технологій залишається фрагментарним і носить поодинокий характер. Основними причинами є технічні та фінансові обмеження, недостатня підготовка педагогів до роботи з сучасними IT-рішеннями, а також відсутність методичної та нормативної бази для інтеграції VR/AR у навчальні програми.[18]

Для повноцінного використання потенціалу VR/AR у навчальному процесі необхідна комплексна методична підтримка, розробка адаптивних навчальних програм, проведення системних досліджень щодо впливу VR/AR на професійну компетентність та психологічний стан правоохоронців. Це дозволить поєднати технологічні інновації з психологічними та педагогічними підходами, забезпечуючи високий рівень підготовки та готовності до критичних ситуацій.

Після завершення симуляційних тренувань із використанням технологій віртуальної реальності курсанти мають можливість здійснити детальний психологічний аналіз змодельованої ситуації, відрефлексувати власні реакції, дії та прийняті рішення. Такий підхід сприяє формуванню та закріпленню ефективних моделей поведінки в умовах підвищеного стресу, а також підвищує рівень професійної стійкості особового складу.

Поділяємо думку, що технології віртуальної реальності можуть бути застосовані не лише з навчальною, а й з реабілітаційною метою. Вони мають значний потенціал для психологічного розвантаження та відновлення емоційного стану осіб, які перебували в екстремальних або бойових умовах. Як свідчить практичний досвід, VR-терапія вже використовується у Збройних Силах України – зокрема, у 118-й окремій механізованій бригаді, яка веде бойові дії на Запорізькому напрямку. Сеанси віртуальної реальності тривають від 30 до 60 хвилин і застосовуються для лікування військовослужбовців із посттравматичним стресовим розладом, тривожними станами та фобіями. Під кожного пацієнта індивідуально налаштовується віртуальний простір відповідно до його психоемоційних показників і потреб. Наприклад, якщо людина прагне відчути спокій і відновлення серед природи, їй створюють відповідне віртуальне середовище – ліс, гори чи морський берег. Далі фахівці застосовують техніки дихальної гімнастики, релаксації та медитації. Перед початком терапії військові психологи проводять комплексну підготовчу роботу: здійснюють оцінювання, тестування, індивідуальне

[18] Denisova-Schmidt E., Prytula Y., Mikhailov M. Virtual Simulation in Ukrainian Police Training. *Journal of Professional Security*. 2020. Vol. 4(3), pp. 121–133.

інтерв'ю, визначають очікування та цілі майбутнього лікування, на основі чого формується персоналізований план реабілітації.[19]

Схожі підходи впроваджуються і в системі психологічного забезпечення Національної поліції України. За даними Офіційного вебпорталу НПУ, фахівці сектору психологічного забезпечення УКЗ ГУНП у Хмельницькій області активно використовують VR-окуляри в межах когнітивно-поведінкової терапії.[20] Програма передбачає психоедукацію, розвиток навичок емоційної саморегуляції, зниження рівня тривожності та концентрацію уваги на теперішньому моменті. Такі заняття особливо важливі для правоохоронців, які повернулися із зони бойових дій, адже сприяють їхній поступовій адаптації до мирного життя, відновленню психологічної рівноваги та ефективній соціальній інтеграції.

З метою посилення терапевтичного ефекту у VR-сесіях використовується також елемент мультисенсорної стимуляції – ароматерапія. Психологи добирають аромати відповідно до віртуального середовища: наприклад, при візуалізації гір запалюють свічки з ароматом свіжого повітря, а при симуляції океанічного узбережжя – аромати морської свіжості. Такий підхід підвищує рівень занурення у віртуальний простір, сприяє розслабленню та формуванню позитивного емоційного стану. Учасники програм відзначають високу ефективність і приємні враження від таких сеансів, жартома порівнюючи їх із короткою відпусткою, що дозволяє «побувати там, де ніколи ще не був»[21].

Таким чином, використання технологій віртуальної реальності у підготовці та психологічному супроводі правоохоронців має значний потенціал не лише у сфері розвитку професійної стійкості, а й у забезпеченні психоемоційного благополуччя та профілактики професійного вигорання. VR/AR-тренінги дозволяють відтворювати критичні ситуації максимально наближено до реальних умов воєнного часу, забезпечуючи безпечне, контрольоване та ефективне формування професійної готовності майбутніх поліцейських, створювати сценарії, які дають змогу відпрацювувати емоційний контроль, навички саморегуляції, підтримання спокою та концентрації уваги, прийняття рішень в умовах обмеженого часу та емоційного тиску.

[19] Міністерство внутрішніх справ України. Методичні рекомендації щодо психологічної підготовки поліцейських. К., 2022.
[20] У Хмельницькому поліцейські психологи почали застосовувати віртуальну реальність в психологічній реабілітації бійців спецпідрозділів. Офіційний вебпортал Національної поліції України. URL: https://npu.gov.ua/news/u-khmelnytskomu-politseiski-psykholohy-pochaly zastosovuvaty-virtualnu-realnist-v-psykholohichnii-reabilitatsii-biitsiv spetspidrozdiliv.
[21] На Запоріжжі за допомогою окулярів віртуальної реальності проводять психологічну реабілітацію бійців. Сайт Суспільне Запоріжжя. URL: https://suspilne.media/zaporizhzhia/767523-na-zaporizzi-za-dopomogou-okulariv-virtualnoi-realnosti-provodat-psihologicnu-reabilitaciu-bijciv/.

Виклад основного матеріалу. У процесі дослідження нами використано комплекс методів, що забезпечив системний аналіз та практичну апробацію VR/AR-підходів у підготовці поліцейських до критичних ситуацій.

Теоретичний аналіз включав огляд сучасної літератури з психології, педагогіки, криміналістики та ІТ, що дозволило визначити ключові психологічні механізми впливу занурювального навчання на професійну підготовку.

Психологічний ефект занурювального навчання у контексті професійної підготовки правоохоронців зумовлюється складною взаємодією когнітивних, емоційних та поведінкових механізмів, що формують «психологічний імунітет», нові стратегії реагування, тобто усвідомлений контроль стресових реакціїй та підтримування ефективності дій у критичних ситуаціях. У процесі використання технологій віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності активізуються психологічні механізми, пов'язані з відтворенням досвіду реальної дії, емоційного залучення та формуванням ефекту присутності (presence), який забезпечує глибоке засвоєння знань та їх інтеграцію у практичну поведінку.

Одним із ключових механізмів дії VR/AR є механізм емоційно-когнітивного занурення**,** який передбачає посилення суб'єктивного відчуття «участі» у подіях. У віртуальному середовищі курсант не просто спостерігає за навчальним матеріалом, а активно взаємодіє з ним, що сприяє більш глибокому кодуванню інформації у пам'яті та формуванню асоціативних зв'язків між теоретичними знаннями і практичними діями. Такий ефект узгоджується з концепцією втіленого пізнання (embodied cognition)**,** згідно з якою пізнавальні процеси є нерозривно пов'язаними з тілесним досвідом, рухом і сенсорним сприйняттям. Занурення у віртуальне середовище стимулює синхронну роботу когнітивних і моторних систем, сприяючи формуванню оперативних схем поведінки в умовах ризику.

Другим суттєвим чинником є активація механізмів емоційного навчання та десенсибілізації до стресу**.** Віртуальні симуляції дозволяють безпечно відтворювати ситуації підвищеної небезпеки, включаючи фактори емоційного напруження (звуки вибухів, агресивну поведінку нападників, хаотичні дії натовпу). Контрольована емоційна експозиція у таких умовах формує адаптивну толерантність до стресу, знижує тривожність та посилює впевненість у власних силах. Як зазначають Borsci та ін.[22], регулярна взаємодія з віртуальними сценаріями критичних ситуацій призводить до стабілізації психофізіологічних показників –

[22] Borsci S., Lawson G., Broome S. Designing effective VR training: a psychological perspective. *Interacting with Computers*. 2018. Vol. 30(2), pp. 132–147.

зменшується частота серцевих скорочень, рівень кортизолу та показники емоційного збудження, що свідчить про адаптаційний ефект тренувань.

Важливу роль відіграє також механізм формування ефекту присутності (presence), який створює відчуття реальної участі у змодельованій ситуації. Це підвищує рівень емоційної автентичності досвіду, активізує процеси емоційної регуляції та самоконтролю. З позицій психології навчання, ефект присутності виступає основою для перенесення знань із віртуального середовища у реальну діяльність, оскільки суб'єкт не лише засвоює інформацію, а й переживає її у контексті власних дій і реакцій. Таким чином, VR/AR-технології створюють умови для формування досвіду дії, який за своєю психологічною структурою наближений до реального.

Окрему увагу слід приділити механізмам соціально-психологічної взаємодії у VR/AR-тренінгах. Моделювання командних сценаріїв сприяє розвитку міжособистісної довіри, узгодженості дій та ефективної комунікації у стресових ситуаціях. Згідно з результатами емпіричного дослідження, під час спільного проходження симуляцій підвищується рівень командної злагодженості на 24–30%, що зумовлено активацією механізмів спільного прийняття рішень і взаємної підтримки. Імерсивний досвід формує у курсантів здатність зберігати емоційну стабільність не лише на індивідуальному, а й на груповому рівні, що є ключовим чинником ефективності поліцейської діяльності.

Психологічна ефективність VR/AR-тренінгів зумовлюється також механізмами саморефлексії та метакогнітивного контролю. Після завершення симуляції курсанти мають змогу аналізувати власні дії, емоційні реакції та прийняті рішення. Така рефлексивна фаза є важливим компонентом навчального циклу, оскільки дозволяє не лише усвідомити помилки, а й скоригувати індивідуальні стратегії поведінки у подальших тренуваннях. За даними Zhang та співавт.[23], інтерактивний аналіз рішень підвищує рівень усвідомленості дій на 20–25%, що сприяє розвитку критичного мислення та саморегуляції.

Суттєвим чинником впливу занурювального досвіду на ефективність підготовки є також сенсомоторна інтеграція – узгоджене функціонування сенсорних, моторних і когнітивних систем, яке забезпечує точність дій у змодельованих умовах. Під час VR-тренінгу активізуються ті самі нейронні структури, що й під час реальної діяльності (моторна кора, префронтальні зони, гіпокамп), що забезпечує ефект нейропластичності – закріплення нових поведінкових патернів через повторення дій у контрольованому середовищі.

Таким чином, психологічні механізми дії занурювального досвіду охоплюють:

[23] Zhang Y., Hou J., Bi J. Stress management using VR exposure. *Frontiers in Psychology*. 2020. Vol. 11.

когнітивно-поведінковий компонент (формування алгоритмів реагування, розвиток критичного мислення та швидкості прийняття рішень);

емоційно-регуляційний компонент (зниження рівня тривожності, формування толерантності до стресу, розвиток самоконтролю);

соціально-комунікативний компонент (розвиток командної взаємодії, комунікативної компетентності та довіри);

рефлексивно-аналітичний компонент (усвідомлення власних дій, аналіз помилок, самокорекція поведінки).

Комплексна взаємодія зазначених механізмів створює психологічні умови для перенесення навчального досвіду у професійну діяльність, що є визначальною ознакою ефективності підготовки правоохоронців до дій у кризових ситуаціях.

На основі отриманих даних створено авторську модель VR/AR-тренінгу, яка інтегрує кілька взаємопов'язаних компонентів для комплексного формування практичних навичок, стресостійкості та тактичного мислення. Модель включає:

- *симуляційні модулі з реалістичними локаціями*, що відтворюють типові середовища оперативної діяльності: міські вулиці, громадський транспорт, житлові приміщення та офісні простори. Локації створюються з високою візуальною та аудіо-реалістичністю, враховуються регіональні особливості та типова поведінка населення. У навчальному процесі ці модулі використовуються для багатократного відпрацювання сценаріїв із можливістю регулювання складності. Курсант послідовно проходить базовий рівень, де відпрацьовуються базові навички орієнтації та переміщення, та просунутий рівень з високим ступенем взаємодії та непередбачуваними подіями, що сприяє формуванню адаптивної компетентності;

- *сценарії критичних ситуацій*. Сценарії включають потенційно небезпечні події: напад із вогнепальною або холодною зброєю, пожежу, масові заворушення та аварійні ситуації на транспорті. Кожен сценарій має декілька варіантів розвитку подій, які залежать від рішень і дій курсанта, що створює ефект нелінійності та стимулює розвиток адаптивного мислення. У процесі навчання застосовується метод поступового ускладнення: від спокійного контролю ситуації до екстремальної напруженої дії, що дозволяє курсантам відпрацьовувати тактичні алгоритми, керуючи ризиком та ефективно координуючи командні дії;

- *емоційно-психологічні тригери*. Для формування високого рівня занурення використовуються комплексні візуальні та аудіо ефекти: вибухи, крики, шум транспорту, дим, пожежне освітлення. NPC (Non-Player Characters) моделюють поведінку мирних громадян, агресивних нападників та потерпілих, що потребують допомоги. Ця система стимулює емоційну реакцію та дозволяє курсантам практикувати регуляцію стресу, розвиток емоційного

контролю та швидке прийняття рішень у реальних умовах без ризику для життя. Методика використання передбачає контрольовану емоційну експозицію: тренер коригує інтенсивність тригерів залежно від рівня підготовки групи та індивідуальних психологічних характеристик курсантів;

- *інтерактивний аналіз рішень у реальному часі***.** Система фіксує всі дії курсанта: вибір тактики, час реакції, комунікацію з NPC, помилки та успішні рішення. Після завершення сценарію формується розгорнутий звіт із рекомендаціями для саморефлексії, що дозволяє аналізувати сильні та слабкі сторони, усвідомлювати вплив емоцій на поведінку та коригувати стратегію дій у наступних тренінгах. Методика застосування включає спільний аналіз тренером та курсантами: після кожної сесії проводиться обговорення альтернативних варіантів дій, оцінка ефективності командної взаємодії та обговорення психологічних реакцій на стресові фактори.

VR/AR-тренінг інтегрується у комплексний навчальний курс, що поєднує теоретичні лекції, практичні заняття та симуляційні сесії. Тренінги проводяться за циклічною схемою: введення у модуль, проходження сценарію, аналіз дій, корекція поведінки та повторна практика, що забезпечує стійке формування навичок та адаптивної компетентності, підвищує психологічну готовність до екстремальних умов та сприяє розвитку критичного та тактичного мислення.

Емпіричне дослідження проводилось за участю 120 курсантів, рівномірно розподілених на експериментальну групу (VR/AR-тренінги, 60 осіб) та контрольну групу (традиційні методи навчання, 60 осіб).

Вибір VR/AR-тренінгів обґрунтований можливістю моделювати реалістичні критичні ситуації без ризику для життя та здоров’я, поступовим ускладненням сценаріїв, впровадженням емоційно-психологічних тригерів та можливістю інтерактивного аналізу рішень для формування саморефлексії. Результати продемонстровано на рис 1.

На діаграмі представлені порівняльні результати контрольної та експериментальної груп курсантів після проходження тренінгів. Результати показали статистично значущу перевагу експериментальної групи за показниками *рівня стресостійкості, часу прийняття тактичних рішень*; *рівня тривожності*; *злагодженості дій у команді.*

Як видно з результатів дослідження, у експериментальній групі, яка проходила VR/AR-тренінги, спостерігалися суттєві позитивні зміни у професійних та психологічних показниках учасників. Зокрема, стресостійкість підвищилась на 27% (за результатами опитувальника Connor-Davidson Resilience Scale, $p<0,01$), що свідчить про здатність поліцейських ефективніше справлятися з емоційним навантаженням та нестандартними ситуаціями у

реальному житті. При цьому час прийняття рішень зменшився на 15%, демонструючи підвищення швидкості та точності реагування на критичні події завдяки інтерактивному аналізу дій і можливості практикувати різні сценарії у безпечному віртуальному середовищі. Рівень тривожності знизився на 22% (за шкалою State-Trait Anxiety Inventory), що підтверджує психологічну користь VR/AR-тренінгів: занурення у реалістичні, але контрольовані ситуації формує впевненість у власних діях та зменшує страх помилок під час виконання службових завдань.

Важливим показником є також покращення командної злагодженості порівняно з контрольною групою, що свідчить про ефективність колективних інтерактивних вправ та спільного аналізу дій у формуванні навичок командної роботи. Такий ефект пояснюється тим, що VR/AR-тренінги дозволяють моделювати сценарії, де успіх залежить від взаємодії та координації всіх членів команди, що стимулює розвиток комунікативних та кооперативних навичок у реалістичному контексті.

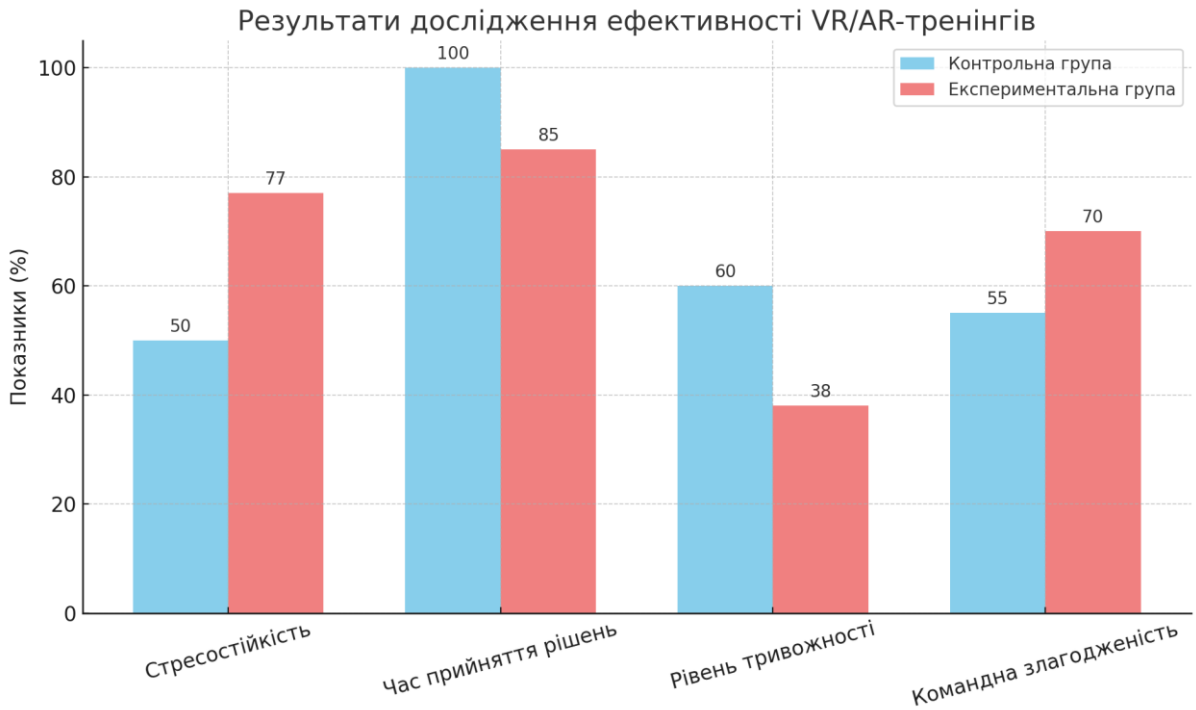


Рис. 1. *Діаграма результативності використання VR/AR тренінгів*

Вплив VR/AR на стресостійкість та командну роботу можна пояснити кількома механізмами. По-перше, занурювальні середовища створюють високий рівень реалістичності, який дозволяє організму «проживати» стресові ситуації у безпечних умовах, що призводить до адаптаційного зниження фізіологічної та психологічної реакції на стрес у реальних подіях. По-друге, інтерактивна природа тренінгів забезпечує негайний зворотний зв’язок, що дозволяє

відпрацьовувати алгоритми поведінки, корегувати помилки та закріплювати правильні дії. По-третє, командні сценарії VR/AR стимулюють розвиток соціальної взаємодії, комунікації та спільного прийняття рішень, що сприяє підвищенню довіри між учасниками та покращенню командної злагодженості.

Таким чином, результати експерименту підтверджують, що застосування VR/AR-тренінгів у підготовці поліцейських є ефективним методом розвитку не лише професійних навичок, а й психологічної готовності до складних та стресових ситуацій, покращення взаємодії та координації у команді, підкреслюють роль персоналізованого зворотного зв'язку та інтеграції емоційних тригерів у тренінгові модулі.

Водночас впровадження VR/AR-технологій потребує усунення певних обмежень, серед яких оновлення апаратного забезпечення, підготовка викладачів до роботи з новими технологіями та розробка адаптивного контенту, що враховує особливості різних груп слухачів.

Перспективними напрямами є інтеграція штучного інтелекту для персоналізації сценаріїв та використання мобільних AR-платформ для тренінгів у польових умовах. Рекомендовано інтегрувати VR/AR-тренінги у постійні навчальні програми як додатковий компонент практичної підготовки, застосовувати поступове ускладнення сценаріїв, використовувати контрольовану експозицію емоційно-психологічних тригерів та проводити регулярну оцінку ефективності тренінгів для подальшого коригування навчальної програми.

Дослідження демонструє, що VR/AR-технології мають значний потенціал для підвищення ефективності професійної підготовки поліцейських, розвитку адаптивних навичок, критичного мислення та психологічної готовності до дій у критичних ситуаціях, а також відкривають перспективи для подальшої інтеграції сучасних цифрових рішень у навчальний процес.

Висновки. Використання VR/AR у підготовці правоохоронців є ефективним інноваційним підходом, що поєднує психологічну, тактичну та технологічну складові. Завдяки їх використанням в процесі підготовки майбутніх поліцейських до майбутньої діяльності підвищується їхня стресостійкість, швидкість прийняття рішень, рівень командної взаємодії та знижується тривожність. Інтерактивність та персоналізований зворотний зв'язок сприяють саморегуляції та адаптації навчального процесу під індивідуальні потреби курсантів. Подальші дослідження повинні зосередитися на диференційованих VR-програмах для різних категорій поліцейських та оцінці довгострокового впливу на психологічну стійкість та професійну компетентність.

Список використаних джерел

Барабанов О. Психологічна підготовка правоохоронців: сучасні виклики і перспективи. *Психологія і право.* 2021. № 1. С. 45–52.

Коваленко Л. Використання доповненої реальності у підготовці рятувальників. *Науковий вісник ХНУВС*. 2023. № 2. С. 34–39.

Компанія Aspichi. URL: https://jobs.dou.ua/companies/aspichi/

Сарафанюк Е. І. Віртуальна реальність як феномен віртуальної дидактики. *Наука і освіта.* 2008. №4-5. С. 106-108. URL: http://dspace.pdpu.edu.ua/handle/123456789/5408.

Connor K., Davidson J. Development of a Resilience Scale. *Depression and Anxiety*. 2003. 18(2), pp. 76–82.

Wiederhold B.K., Riva G. Virtual reality in the treatment of anxiety disorders: a review. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. 2019. 22(3), pp. 208–213.

Wiederhold B.K. Virtual Reality Therapy and Law Enforcement Stress Management. *Cyberpsychology*. 2021. Vol. 24(5), pp. 310–321.

Abstract

The article "The use of VR technologies in the training of police officers: psychological aspects of the formation of professional resilience" reveals the potential of immersive technologies of virtual (VR) and augmented (AR) realities in the system of professional education of law enforcement officers. It is substantiated that VR/AR technologies are an effective tool for preparing for actions in critical situations, as they combine cognitive, emotional-volitional and behavioral components of training, contribute to the development of stress resistance, self-regulation and team interaction.

Based on the analysis of modern research and practices, it is proven that the use of VR/AR simulations ensures the safe practice of complex scenarios, increases psychological readiness for extreme conditions, forms decision-making skills in stressful situations and reduces the level of anxiety. The main psychological mechanisms of the effectiveness of VR/AR training are identified: emotional-cognitive immersion, desensitization to stress, formation of the presence effect, sensorimotor integration, development of metacognitive control and team interaction.

The paper presents the author's model of VR/AR training, which combines theoretical training, simulation experience, psychological analysis and reflective understanding of actions. This approach contributes to the formation of professional resilience of police officers, the development of critical thinking and the ability to maintain emotional balance in difficult operational conditions. Separate

emphasis is placed on the potential of VR therapy for the psychological rehabilitation of law enforcement officers and military personnel after experiencing traumatic events.

The results of the study confirm the feasibility of integrating VR/AR technologies into the training programs of the Ministry of Internal Affairs as a modern tool for training personnel for actions in crisis situations, which increases the effectiveness of professional activities and reduces the risks of professional burnout.

Keywords: virtual reality, augmented reality, immersive experience, VR/AR training, law enforcement officers, professional resilience, self-regulation, psychological readiness, critical situations.

Streszczenie

Artykuł „Wykorzystanie technologii VR w szkoleniu funkcjonariuszy policji: psychologiczne aspekty kształtowania odporności zawodowej” ujawnia potencjał technologii immersyjnych rzeczywistości wirtualnej (VR) i rozszerzonej (AR) w systemie kształcenia zawodowego funkcjonariuszy organów ścigania. Udowodniono, że technologie VR/AR są skutecznym narzędziem przygotowania do działań w sytuacjach kryzysowych, ponieważ łączą w sobie komponenty poznawcze, emocjonalno-wolicjonalne i behawioralne szkolenia, przyczyniając się do rozwoju odporności na stres, samoregulacji i interakcji zespołowej.

Na podstawie analizy współczesnych badań i praktyki udowodniono, że wykorzystanie symulacji VR/AR zapewnia bezpieczne ćwiczenie złożonych scenariuszy, zwiększa psychologiczną gotowość do radzenia sobie w warunkach ekstremalnych, kształtuje umiejętności podejmowania decyzji w sytuacjach stresowych oraz obniża poziom lęku. Zidentyfikowano główne psychologiczne mechanizmy skuteczności szkoleń VR/AR: immersję emocjonalno-poznawczą, desensytyzację na stres, kształtowanie efektu obecności, integrację sensomotoryczną, rozwój kontroli metapoznawczej i interakcji zespołowej.

W artykule przedstawiono autorski model szkolenia VR/AR, który łączy w sobie szkolenie teoretyczne, doświadczenie symulacyjne, analizę psychologiczną oraz refleksyjne rozumienie działań. Takie podejście przyczynia się do kształtowania odporności zawodowej funkcjonariuszy policji, rozwoju krytycznego myślenia i umiejętności zachowania równowagi emocjonalnej w trudnych warunkach operacyjnych. Szczególny nacisk położono na potencjał terapii VR w rehabilitacji psychologicznej funkcjonariuszy organów ścigania i żołnierzy po traumatycznych wydarzeniach.

Wyniki badania potwierdzają celowość integracji technologii VR/AR z programami szkoleniowymi Ministerstwa Spraw Wewnętrznych jako nowoczesnego narzędzia szkolenia

personelu do działań w sytuacjach kryzysowych, co zwiększa efektywność działań zawodowych i zmniejsza ryzyko wypalenia zawodowego.

Słowa kluczowe: rzeczywistość wirtualna, rzeczywistość rozszerzona, doświadczenie immersyjne, szkolenie VR/AR, funkcjonariusze organów ścigania, odporność zawodowa, samoregulacja, gotowość psychologiczna, sytuacje kryzysowe.

Автор

Оксана ЛЯСКА – доцент кафедри психології, соціології та педагогіки, кандидат психологічних наук, доцент, Харківський національний університет внутрішніх справ. Є автором і співавтором понад 120 наукових праць, присвячених проблемам професійно-психологічної підготовки фахівців у закладах вищої освіти. Наукові інтереси дослідниці зосереджені на інтеграції психологічної науки в практику правоохоронної діяльності, зокрема на вивченні психологічних аспектів формування професійно важливих якостей працівників правоохоронних органів засобами вищої школи. Бере активну участь у міжнародних наукових проєктах, спрямованих на модернізацію та оптимізацію поліцейської освіти з використанням сучасних психологічних механізмів. Доцентка активно співпрацює з науковцями з-за кордону, є рецензентом фахового журналу *«Професійно-прикладні дидактики»*, членом Всеукраїнської асоціації поліграфологів, а також практикуючим психоконсультантом у напрямі позитивної психотерапії.

Kateryna Pryshliak,
PhD, Docent, Associate Professor at the Department of Economic Cybernetics and Informatics, West Ukrainian National University (Ukraine)
ORCID ID: 0000-0002-0351-3528

FORECASTING AND ANALYTICS OF EDUCATIONAL PROCESSES IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION OF SOCIETY

Education in the twenty-first century is undergoing fundamental transformations that define new patterns of its development and governance. The modern educational system operates within the conditions of global digitalization, where technological progress not only alters the modes of learning but also generates a new model of cognition and social interaction. Consequently, the logic of educational management is changing – from a traditionally reactive model, focused on past experience, to a proactive one, grounded in analytical foresight and the prediction of future trends.

One of the most significant directions of this transformation is predictive education management – a concept based on the use of data, models, and digital algorithms for evidence-based decision-making. In contrast to classical approaches that relied primarily on retrospective analysis and expert evaluation, modern methods enable dynamic forecasting of educational processes in real time. This has become possible due to the advancement of artificial intelligence, Big Data technologies, cognitive analytics, and automated management systems.

The emergence of digital educational platforms and databases provides unprecedented opportunities for exploring the regularities of educational development. Today's educational systems generate enormous volumes of information: learning outcomes, attendance indicators, emotional engagement data, activity within virtual environments, and parameters of interaction between teachers and students. These data form the foundation for constructing analytical models of behavior and performance that allow the prediction of risks, the adaptation of curricula, the formation of individualized learning trajectories, and the enhancement of the quality of managerial decisions.

In the context of digital education, forecasting acquires a systemic character. It transcends the boundaries of individual pedagogical studies and evolves into an interdisciplinary domain that integrates knowledge from pedagogy, economics, information technology, cybernetics, and social analytics. Methodologically, forecasting is grounded in systemic, cybernetic, synergetic, and analytical–prognostic approaches [1].

[1] Marienko, M. V., & Kovalenko, A. O. (2023). *Artificial intelligence and open science in education: Relationships and opportunities*. *Institute of Information Technologies and Learning Tools of the NAES of Ukraine*.

The systemic approach allows education to be viewed as a complex, multilevel structure that functions in interrelation with the socio-economic environment. The cybernetic approach enables the construction of management models with feedback mechanisms, in which forecasting serves as a regulator. The synergetic approach emphasizes the nonlinearity of educational systems' development and their capacity for self-organization, while the analytical–prognostic approach provides tools for digital analysis, machine learning, and artificial intelligence aimed at anticipating future trends.

The application of artificial intelligence in educational analytics is transforming the very nature of managerial decision-making. Machine learning algorithms are capable of independently identifying patterns in data, classifying participants in the educational process by levels of academic success, predicting student attrition, and determining the effectiveness of educational programs. Universities worldwide are increasingly implementing Learning Analytics and AI-based Monitoring Systems, which serve not only as instruments of control but also as tools for analytical modeling and strategic forecasting. Consequently, digital technologies are becoming not auxiliary but central components of educational management.

However, the development of predictive educational management requires not only technological innovation but also a reconsideration of the ethical and value foundations of education. Digital technologies capable of predicting human behavior or learning outcomes have a profound impact on autonomy, privacy, and freedom of choice. In this context, the issue of ethical forecasting becomes particularly important, involving adherence to the principles of transparency, accountability, non-discrimination, and fairness in algorithms for processing educational data. Compliance with international standards – such as the General Data Protection Regulation (GDPR), the UNESCO Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence (2021), and national legislation – is a key condition for the sustainable development of digital education.

In this regard, forecasting represents not only a technological but also a humanistic process, in which the central role is played by the interaction between the human and the intelligent system. Educational algorithms should not replace pedagogical judgment but rather enhance it by ensuring a new level of evidential validity and substantiation. This symbiosis of human and machine intelligence forms the foundation of intelligent educational management, which combines the precision of analytics with the values of pedagogical responsibility [2].

Ukraine possesses all the prerequisites for establishing its own system of digital predictive management in education. The development of electronic government platforms, institutional support for digital transformation, and the formation of national educational data repositories provide the

[2] Radkevych, O. P. (2024). *Artificial intelligence in predicting teachers' professional performance outcomes*. Institute of Pedagogy of the NAES of Ukraine. Kyiv.

foundation for creating a unified analytical ecosystem. The next step should be the development of an integrated model of educational forecasting, which would combine data collection, processing, analysis, and visualization with mechanisms of managerial decision-making and feedback.

Digital forecasting in education is not merely a new direction of scientific inquiry but also a strategic instrument for the development of national educational policy. Its implementation makes it possible to move from fragmented analysis to a holistic understanding of learning and management processes, thereby ensuring the efficiency, resilience, and competitiveness of the educational system amid global challenges [3].

The modern education system is in a state of profound digital transformation, which necessitates a rethinking of the methodological foundations of educational management. The digitalization of education entails not only changes in communication tools and learning organization but also the formation of a new paradigm of managerial decision-making – one centered on the use of data, analytics, and forecasting. In this context, forecasting methods gain particular importance as instruments of strategic planning, policy effectiveness assessment, and the sustainable development of the educational environment.

The development of digital technologies creates conditions for the emergence of intelligent systems capable of predicting educational trends, learning outcomes, labor market demands, and the level of learner engagement. Forecasting, as an integral component of analytical management, enables the formulation of data-driven decisions based on continuously updated information. Such decisions, in turn, ensure the adaptability of educational systems, their capacity for innovative development, and the enhancement of the quality of educational services.

The purpose of this study is to elucidate the theoretical and methodological foundations of forecasting within the digital educational environment, to analyze contemporary approaches and tools of digital analytics, and to develop a conceptual model for forecasting educational processes using artificial intelligence and big data technologies [4].

To achieve this purpose, the following objectives have been identified:

- to refine the conceptual and categorical framework of forecasting in education;
- to classify forecasting methods applicable to the digital environment;
- to analyze modern technologies that enable digital forecasting of educational outcomes;
- to construct a model of predictive management for educational processes.

[3] Palamar, S. P., & Naumenko, M. S. (2024). *Artificial intelligence in education: Using it without violating academic integrity*. Borys Grinchenko Kyiv University. Kyiv.
[4] Kutsak, L. V. (2024). *Artificial intelligence in modern education: Prospects and challenges*. *Modern Information Technologies in Education*. Vinnytsia.

The methodological basis of the study consists of systemic, process-oriented, cybernetic, and synergetic approaches, as well as methods of analytical modeling, content analysis, and comparative studies. Particular attention is given to the integration of machine learning methods, educational data processing algorithms (Learning Analytics), and the Data-Driven Decision-Making (DDDM) concept into educational management [5].

The relevance of the problem is determined by the fact that most educational institutions today possess vast amounts of data yet lack effective mechanisms for their predictive utilization. The application of analytical forecasting methods makes it possible not only to monitor current trends but also to model possible scenarios for the development of education at various levels – from individual learning trajectories to national strategies for digital transformation.

Forecasting in education is considered a process of scientifically grounded anticipation of the future states of the educational system, its elements, and its performance outcomes, based on the analysis of developmental regularities, statistical trends, and the influence of external factors. Its essence lies in identifying potential trajectories of educational development and assessing the likelihood of certain events that are significant for managerial decision-making.

Within the digital environment, forecasting acquires a new meaning: it becomes a continuous process of analyzing data streams received from various sources (electronic gradebooks, distance-learning platforms, social networks, self-assessment services, etc.). This approach enables not only the tracking of learning dynamics but also the identification of hidden correlations, the prediction of user behavior, and the generation of personalized educational recommendations.

The management of modern educational systems is increasingly oriented toward the principles of analytical transparency, flexibility, and openness. Forecasting has become a key component of the management cycle, integrating the stages of data collection, processing, analysis, and use for decision-making. Unlike traditional forms of planning, forecasting in digital education relies on the real-time analysis of data and the application of adaptive algorithms.

In particular, forecasting can be directed toward:

- assessing learner performance;
- predicting the risk of dropout or academic failure;
- identifying trends in the demand for educational programs;
- analyzing the effectiveness of pedagogical strategies;
- forecasting competence gaps between education and the labor market.

[5] Bublik, L. V. (2025). *Future prospects for developing artificial intelligence skills in education*. *Economy and Society*, (58).

Digital education provides new opportunities for implementing a predictive approach, as digital platforms generate large volumes of structured and unstructured data. Based on these data, it is possible to construct predictive models that support the development of early warning systems for potential risks and the personalization of learning processes [6].

Scholarly literature identifies several major approaches to forecasting in education:

- the systemic approach, which views the educational system as an integral and dynamic structure comprising multiple interrelated elements;

- the cybernetic approach, which emphasizes the mechanisms of feedback and self-regulation within the education system;

- the synergetic approach, which interprets the development of education as a nonlinear process inclined toward self-organization under the influence of digital innovations;

- the analytical – prognostic approach, within which digital technologies serve as instruments for modeling the future states of the system.

In the context of the digitalization of education, these approaches are integrated into a unified methodology based on the principles of evidence-based policy and data-driven education. Thus, forecasting emerges not only as a technical process of information processing but also as an element of a management culture oriented toward strategic thinking and innovative development.

In global practice, analytical approaches to forecasting based on the processing of Big Data in Education have become particularly widespread. In the United States, the United Kingdom, Finland, and Singapore, Learning Analytics systems are being actively implemented, allowing educational institutions to predict academic performance and student dropout risks on the basis of behavioral data. Within the European Union, several initiatives – such as European Schoolnet and the Digital Education Action Plan – focus on developing digital predictive tools for evaluating the effectiveness of educational policies.

Such systems rely on the combination of statistical methods, classification algorithms, neural networks, and regression models. Their effectiveness lies in the ability to generate real-time analytical reports, forecast individual learning trajectories, and support managerial decision-making both at the institutional and policy levels.

The development of digital education, as described above, underscores the need for new forecasting methods capable of ensuring flexible management of educational processes under conditions of informational complexity. Whereas forecasting previously relied on linear models and statistical data analysis, it now expands through the use of artificial intelligence, machine learning,

[6] Vdovenko, N. M., & Marhasova, M. V. (2024). *Information-analytical systems in the management of higher education institutions*. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, (4), 152-161.

cognitive analytics, and combined (hybrid) systems that integrate quantitative and qualitative approaches. This methodological integration provides the foundation for the implementation of the «smart forecasting» concept, wherein digital algorithms not only process data but also construct models capable of self-learning and adapting to the dynamics of the educational environment [7].

The essence of forecasting methods in digital education lies in the analytical reflection of developmental patterns within educational systems and the anticipation of the consequences of managerial decisions. These methods can conventionally be divided into four main groups – expert, statistical, intelligent, and hybrid – each with its own methodological logic, scope of application, and peculiarities of result interpretation.

Expert methods are based on utilizing the experience of specialists to anticipate possible scenarios for the development of education. They are applied when sufficient digital data are unavailable or when the forecasting object has a pronounced social or behavioral character. The most common among them is the Delphi method, which relies on the collective survey of experts followed by iterative refinement of their assessments. In modern conditions, this method has acquired a digital form through the use of online platforms (such as Qualtrics, Expert Survey, and Google Forms), enabling the implementation of analytical forecasting cycles in an interactive mode.

Table 1

Comparative Characteristics of the Main Forecasting Methods in Digital Education

Group of Methods	Main Characteristics	Typical Tools	Advantages	Limitations
Expert Methods	Assessment of future trends based on expert experience	Delphi, Brainstorming, SWOT analysis	Qualitative analysis, consideration of social factors	Subjectivity of evaluations, need for high expert competence
Statistical Methods	Analysis of quantitative indicators dynamics	Regression models, time series, extrapolation	Ease of implementation, quantitative reliability	Limited applicability in complex systems
Intelligent Methods	Self-learning algorithms that process large datasets	Neural networks, clustering, decision-tree models	High accuracy, adaptability	Implementation complexity, need for large data volumes
Hybrid Methods	Combination of quantitative and qualitative methods	Combined AI-regression models	Flexibility, comprehensiveness, integration	Resource intensity, need for professional analytical support

[7] Mian, Y., Khalid, F., Qun, A., & Ismail, S. (2022). *Learning analytics in education, advantages and issues: A systematic literature review*. *Creative Education*, 13, 2913-2920.

In contrast to expert methods, statistical forecasting methods rely on quantitative data from previous periods. These include regression analysis, correlation models, time series analysis, and trend extrapolation. In digital education, such methods are employed to forecast student achievement, attendance dynamics, demand for educational programs, or to determine optimal teaching workloads. Their advantage lies in the ability to rapidly generate results based on objective data. However, their primary limitation is the inability to account for complex socio-behavioral factors and nonlinear interrelations characteristic of contemporary educational systems.

More complex tasks are addressed through intelligent forecasting methods, which employ machine learning and artificial intelligence algorithms. These methods are based on the analysis of large datasets (*Big Data*) and are capable of independently identifying hidden patterns within learning processes. The most widely used intelligent technologies include neural networks, decision trees, clustering algorithms, and deep learning techniques. They enable the prediction of academic failure risks, the analysis of students' behavioral patterns in distance learning systems, and the construction of personalized learning trajectories.

The comparison of methods demonstrates that the integrated application of several approaches creates conditions for improving the quality of forecasting. For instance, statistical data may serve as a basis for training intelligent models, while the results of expert evaluations can be used to calibrate neural networks. Thus, modern forecasting in digital education assumes a hybrid character, where different methods complement each other, forming a comprehensive decision-support system [8].

Table 2

Examples of Digital Forecasting Tools in Modern Education

Digital System / Platform	Applied Methods	Primary Purpose	Expected Effect
Moodle Learning Analytics	Statistical analysis, machine learning	Monitoring student performance and dropout risk	Early identification of problems, reduction of academic failure
Canvas AI Dashboard	Neural networks, clustering	Personalization of the learning process	Increased student engagement
Power BI Education	Regression and correlation models	Visualization of predictive data for management purposes	Support for strategic administrative decisions
OpenLAP (EU Project)	Hybrid data analysis algorithms	Identification of behavioral patterns	Optimization of learning strategies

[8] Gándara, D., & Anahideh, H. (2025). *Using AI to predict student success in higher education*. *Brookings Institution Reports*. -

A special place among hybrid approaches is occupied by combined analytical models, which integrate traditional statistical methods with machine learning algorithms. Such models enable the analysis not only of quantitative indicators but also of students' behavioral characteristics – for example, activity within online learning systems, timeliness of task completion, and the level of engagement in communication. As a result, an adaptive analytical system is formed, capable not only of forecasting outcomes but also of recommending individualized pathways for learning improvement.

The table illustrates examples of the application of forecasting technologies in leading educational platforms worldwide. In particular, the Moodle and Canvas systems make it possible to predict risks of academic underperformance using intelligent models; the analytical tools of Power BI enable forecasting at the level of strategic management, while the European project OpenLAP is developing an open predictive analytics platform for educational institutions of various levels.

These examples confirm that digital forecasting tools are becoming an integral part of a new paradigm of data-driven educational management [9].

An important trend is the emergence of adaptive forecasting systems that employ self-learning mechanisms. Such systems are capable of improving their algorithms based on accumulated experience, thereby increasing the accuracy of predictions in dynamic educational environments. For example, platforms incorporating elements of artificial intelligence analyze changes in student behavior over the course of a semester and adjust predictive models of performance accordingly.

The combination of the discussed methods allows the conclusion that forecasting in digital education is not an isolated analytical process but an integrated function of educational management that unites statistics, artificial intelligence, expert evaluation, and cognitive technologies. The effectiveness of forecasting is determined not only by the choice of a specific method but also by the ability to combine different data sources and ensure their interpretation within the context of pedagogical objectives.

Forecasting methods in digital education form the systemic foundation for the development of analytical and prognostic management models that ensure timely responses to challenges, optimization of educational strategies, and support for decision-making at all levels – from individual to institutional and national. This stage of educational development demonstrates the transition from empirical approaches to scientifically grounded digital solutions, where forecasting becomes a key instrument for shaping next-generation educational policy.

[9] Pasichnyi, R., Serhieiev, V., Shevchenko, S., Petrukha, N., & Hryvnak, B. (2024). *Digital transformation of higher education as a driver of Ukraine's integration into the European educational space*. *BrAJEts: Baltic Region Academic Journal*. -

The digitalization of education has led to a shift from traditional forms of analysis to dynamic management systems capable of anticipating, adapting, and learning from accumulated data. Predictive management of education represents a logical continuation of the evolution of analytical thinking in the educational sphere – from retrospective analysis to predictive modeling of educational processes.

The methodological foundation for the development of such systems lies in the combination of the principles of systemacity, cognitive flexibility, adaptability, and ethical responsibility. In this context, forecasting performs not only the function of evaluating trends but also that of strategically managing the future of education.

The prospects for developing predictive education management systems are closely linked to the formation of a new analytical paradigm centered on the interaction among humans, artificial intelligence, and the educational environment. This paradigm is grounded in the principle of smart governance, in which data analytics serves not as a tool of control but as a means of supporting the innovative advancement of education [10].

At the global level, there is a steady trend toward the integration of digital technologies into educational management processes. Modern educational systems are increasingly guided by data-driven policy, where forecasting is employed to substantiate strategic decisions.

The main global trends in the development of predictive education management systems include the following:

- intellectualization of educational processes, manifested through the implementation of artificial intelligence and cognitive analytics technologies;

- personalization of learning trajectories, based on predictive models of learner behavior;

- universalization of digital educational ecosystems, which integrate governmental, academic, and corporate analytical infrastructures;

- ethicization of predictive systems, aimed at preventing algorithmic bias and ensuring fairness in decision-making.

Significant experience in this field has been accumulated in Finland, Estonia, Singapore, the United States, Canada, and Australia, where national systems of educational analytics have been established. These systems enable the forecasting of educational demand dynamics, labor market needs, and learning outcomes across various levels.

International systems demonstrate a combination of technological capacity and ethical governance. They are based on open data, inter-institutional collaboration, and continuously evolving

[10] Romero, C., & Ventura, S. (2024). *Educational data mining and learning analytics: An updated survey*. *arXiv preprint*.

algorithms. The Ukrainian model has the potential to adopt these best practices while preserving its own scientific and educational identity.

Ukraine is currently at the stage of developing its digital educational ecosystem. The establishment of platforms such as Unified State Electronic Database on Education, «Diia.Osvita», regional systems of electronic gradebooks, and state data hubs forms the foundation for building a national analytical infrastructure.

Table 3

International Models of Predictive Education Management

Country	Model / System	Key Characteristics	Expected Effect
Finland	EduData National Platform	A unified national analytical ecosystem integrating data from kindergartens to universities	Reduction of educational inequality; increased efficiency of state-level planning
Estonia	e-Education Hub	Automated data exchange; digital identification of learners	Transparency of educational data; support for policy-level forecasting
United States	Learning Analytics Network	Institutional network of university analytical centers	Individualized learning; early identification of academic failure risks
Singapore	Smart Education System	Use of artificial intelligence to create “digital twins” of learning processes	Improvement of educational content quality and teaching effectiveness
Canada	AI for Learning	Forecasting of students’ competence development	Formation of adaptive educational policy

However, the creation of a fully functional system of predictive management will require deeper data integration, the development of analytical expertise, and the harmonization of legal standards with European regulations.

The main strategic directions for the development of predictive educational management in Ukraine include:

- institutionalization of the predictive approach – the establishment of a *National Center for Educational Analytics*;

- development of analytical competencies among educators – the formation of a new professional role, *educational analyst*;

- integration of educational and socio-economic data – for forecasting labor market needs;

- ethical harmonization of digital processes – alignment with GDPR standards and UNESCO recommendations.

The prospects for the further development of predictive education management are determined by the introduction of innovative technologies and methodologies that integrate analytics, cognitive modeling, and intelligent management. The most promising among them are:

- generative AI – for creating predictive scenarios of educational system development;

- learning Twin (educational digital twins) – for modeling student behavior and testing learning strategies;

- predictive Governance – integrating forecasting models into public education management;

- smart Data Analytics – combining predictive algorithms with quality monitoring systems in education.

Taking into account the trends of digital transformation, three stages of the development of predictive education management systems in Ukraine up to 2030 have been identified.

These stages reflect the gradual evolution from institutional formation and the creation of analytical infrastructure to the full implementation of intelligent, self-learning educational systems. The process envisages not only technological modernization but also the transformation of management culture in education – toward a model based on data analytics, foresight, and adaptive decision-making.

The prospects for developing predictive management systems lie in creating intelligent educational ecosystems, in which analytics, ethics, and management merge into a single scientifically grounded model for the development of both the individual and society. Therefore, digital predictive management becomes not only a technological innovation but also new type of educational thinking that defines the future of education in Ukraine within the context of the global intellectual knowledge economy[11].

Table 4

Stages of Development of Predictive Education Management Systems in Ukraine

Stage	Approximate Period	Key Objectives	Expected Results
I. Institutional Establishment	2025–2026	Development of the regulatory framework; establishment of the National Center for Educational Analytics	Formation of a unified educational data registry
II. Integrative and Analytical Development	2026–2028	Integration of regional systems into a single platform; implementation of AI analytics	Increased forecasting accuracy; automation of management processes

[11] [11] Vakaliuk, T., Antoniuk, D., Morozov, A., Medvedieva, M., & Medvediev, M. (2020). *Green IT as a tool for designing cloud-oriented sustainable learning environments*. *arXiv preprint*.

III. Intellectualization	2028–2030	Deployment of cognitive and self-learning systems	Formation of a Smart Education Ecosystem – an intelligent educational environment

The digitalization of education, the advancement of artificial intelligence, and data analytics are driving profound institutional transformations in educational systems. This involves not only technological innovation but also the structural renewal of managerial and organizational models that define how educational institutions function. Predictive technologies are transforming the principles of planning, communication, decision-making, control, and evaluation, turning educational institutions into open analytical ecosystems.

Institutional transformation in education represents a shift from a traditional bureaucratic model of management to an analytical one, based on the principles of foresight, flexibility, and self-organization. Its main goal is to create an educational system capable of forecasting its own development, adapting to socio-economic changes, and ensuring stability based on data.

A key factor in this process is the use of digital predictive management systems, which make it possible to convert information flows into tools for strategic planning. Through the integration of forecasting models into the structure of educational institutions, there is a transition from administrative control to analytical and predictive governance aimed at achieving qualitative outcomes.

Institutional transformation implies a redefinition of the roles of all participants in the educational process. Traditional hierarchical forms of governance based on centralized control are being replaced by networked and decentralized models, in which decisions are made on the basis of analytical data and collective forecasting.

The main characteristics of such models include:

- transparency – open access to analytical indicators and educational data;
- flexibility – the ability to respond rapidly to changes in the educational environment;
- self-learning – continuous improvement of management systems based on accumulated experience and predictive insights;
- interaction – integration between administration, educators, students, and digital services.

As a result, educational institutions are transitioning to data-driven management, within which analytics becomes the foundation for planning curricula, allocating resources, shaping personnel policy, and ensuring internal quality control.

The process of institutional transformation is gradual and multi-level, encompassing several stages – from the digitalization of fundamental processes to the creation of an integrated analytical ecosystem.

Each of these stages requires transformation not only in technological infrastructure but also in management culture, communication approaches, and professional training.

One of the key outcomes of digital transformation is the formation of analytical autonomy within educational institutions – the ability to independently collect, analyze, and interpret data for informed decision-making. Such autonomy requires not only technical resources but also a managerial culture grounded in data trust and systems thinking.

The development of analytical autonomy includes:

- establishing internal analytical centers (data labs, analytics offices);
- training personnel with data literacy and analytical skills;
- formulating open data policies and transparent reporting practices;
- using predictive dashboards for educational strategy planning.

Table 5

Stages of Digital Transformation of Educational Institutions

Stage	Description	Key Outcomes
Digitalization of Administrative Processes	Implementation of electronic gradebooks, learning management systems (LMS), and electronic document management systems.	Reduction of bureaucratic procedures, faster access to information.
Integration of Analytical Tools	Use of BI systems, dashboards, and reports based on big data analytics.	Formation of a data-driven decision-making culture.
Predictive Management	Application of AI algorithms, machine learning, and performance forecasting models.	Increased accuracy of managerial decisions, personalized learning.
Intellectualization of the Educational Ecosystem	Development of self-learning analytical systems and automated planning of learning trajectories.	Creation of a smart educational institution.

This enables a shift from intuition-based management to evidence-based management, which is a key principle of modern educational analytics.

Institutional transformation in the context of predictive management can be represented as a model integrating technological, managerial, and social components, reflecting the systemic nature of educational modernization.

The model consists of four interrelated levels:

- technological infrastructure – digital platforms, databases, analytical systems, and the integration of information flows;
- analytical level – forecasting algorithms, AI systems, dashboards, and analytical modules;

- organizational and managerial level – strategic planning, digital policy, and human resource analytics;

- socio-humanitarian level – culture of trust, ethical use of data, and academic responsibility.

This model illustrates that technological modernization becomes effective only when it is integrated into the management system and supported by ethical and cultural transformation.

Predictive technologies not only enhance the management of education but also transform the very nature of educational institutions. They are becoming open, flexible, and analytical systems capable of self-regulation and innovative development.

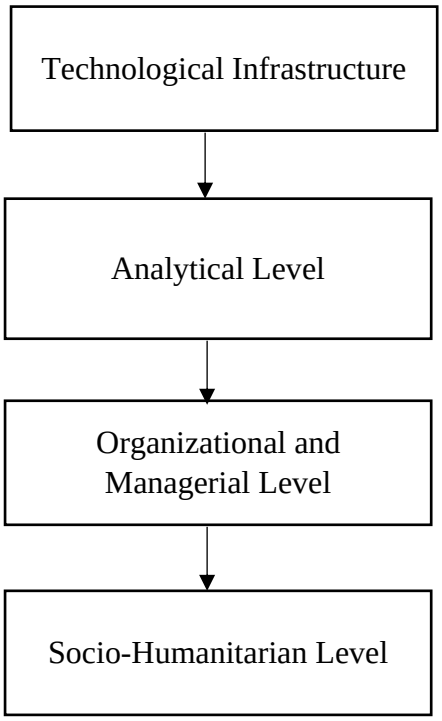


Fig. 1. *Model of a Digital Educational Institution*

Institutional transformation involves a shift in focus from formal administration to strategic foresight, from mechanical data collection to predictive analytics, and from centralized decision-making to collective analytical interaction [12].

In the long term, such institutions become part of a unified intellectual ecosystem of education, where forecasting, ethics, technology, and humanity form a harmonious whole. This represents the strategic goal of the digital evolution of modern education.

[12] Arce, C. M., Gavilanes, J. C., Arce, E. M., Haro, E. M., & Bonilla-Jurado, D. (2025). *Artificial intelligence in higher education: Predictive analysis of attitudes and dependency among Ecuadorian university students*. *Sustainability*, 17(17), 7741. https://doi.org/10.3390/su17177741

The development of digital forecasting technologies discussed above not only creates new opportunities for analytical management of education but also introduces new risks related to data security, privacy, and fairness. The gradual transition toward data-driven education raises critical questions among researchers and practitioners concerning the ethical boundaries of using artificial intelligence algorithms and automated predictive models in a domain that directly affects human development.

Forecasting educational processes involves the use of large volumes of personal data belonging to students, teachers, and administrative staff. These datasets encompass both academic performance indicators and behavioral aspects of learning activity, which may potentially violate the right to privacy if clear regulatory mechanisms are absent. Therefore, ethical accountability and legal safeguards have become indispensable components of digital analytics in education.

The ethical dimension of forecasting encompasses a set of principles ensuring a balance between technological efficiency and the humanistic values of education. These principles are universal in nature and form an integral part of the concept of Responsible Artificial Intelligence (Responsible AI).

These principles are fundamental to building trust in digital predictive systems. Educational institutions must not only implement technologies but also cultivate a culture of ethical data use – one in which students are aware of how and for what purpose their educational information is analyzed.

Table 6

Core Ethical Principles of Digital Forecasting in Education

Principle	Description	Practical Significance
Transparency	Openness of algorithms and data analysis methods	Ensuring user trust in predictive systems
Non-discrimination	Prevention of bias and exclusion of specific groups	Guaranteeing equal access to educational opportunities
Privacy	Protection of personal data and respect for the right to confidentiality	Ensuring the security of personal information
Accountability	Personalized responsibility for decisions made with the assistance of predictive systems	Avoidance of «algorithmic irresponsibility»
Autonomy	Preservation of the human role in the decision-making process	Maintaining the humanistic essence of education

The legal dimension of forecasting in education is grounded in both national and international data protection frameworks. In Ukraine, the main legal foundations are defined by the Constitution

of Ukraine, the Law "On Personal Data Protection" (2010), as well as international regulations such as the EU General Data Protection Regulation (GDPR) and the UNESCO Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence (2021) [13].

The key legal provisions include:

- the necessity of informed consent from the user for processing their educational data;
- the limitation of data use exclusively for defined purposes (educational, analytical, or scientific);
- the prohibition of transferring personal data to third parties without the subject's consent;
- the right of individuals to access, rectify, and delete their personal data.

Within the context of forecasting, particular attention is paid to the right to algorithmic fairness – the guarantee that the results of analytical and predictive models do not generate biased decisions regarding specific individuals or groups.

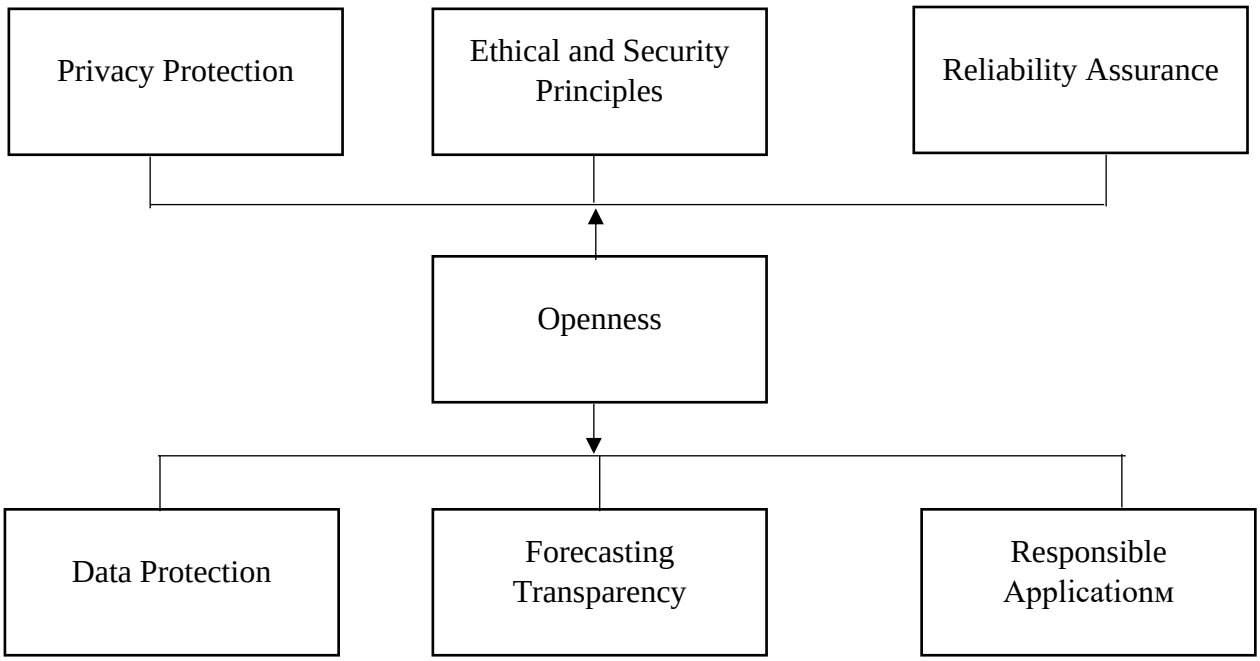


Fig. 2. *Key Components of the Information Security System in Digital Forecasting*

Digital forecasting systems operate with large volumes of sensitive data, creating potential risks for information security. In this regard, technological mechanisms of data protection – such as encryption, anonymization, tokenization, access control, and audit of operations – play a crucial role.

The security system in digital forecasting must encompass all stages of the data life cycle – from collection to their use in analytical models. The application of anonymization methods

[13] Illichuk, L. M. (2023). *Artificial intelligence and the quality of education: Opportunities, challenges and prospects*. *Scientific Works. Pedagogical Studies Series*. Kyiv: DNPB of Ukraine. Retrieved from https://dnpb.gov.ua/ojs/npstudies/article/view/144

eliminates the possibility of identifying individuals, while auditing mechanisms ensure control over information use.

In leading countries such as the United States, Finland, and Estonia, national centers for educational data security operate to monitor the use of digital analytical systems within educational institutions. In Ukraine, a similar system is only beginning to take shape; however, its establishment is a prerequisite for integration into the European digital space.

Ethical norms cannot be effective without the formation of an appropriate culture of digital education, which involves preparing teachers, administrators, and students for the conscious and responsible use of data. This includes:

- educational programs on digital ethics and law in education;
- establishment of ethical committees to oversee the use of predictive systems;
- development of ethical design standards for analytical platforms;
- integration of data ethics topics into teacher training curricula at pedagogical universities.

Ethical culture serves as the foundation for the long-term development of digital education, shaping not only a competent user of technology but also a responsible citizen of the digital society. The ethical, legal, and security dimensions of educational forecasting are integral components of the digital transformation of education. Their integration into predictive management models ensures a balance between technological innovation and the humanistic values of education.

Compliance with legal norms, adherence to ethical principles, and the assurance of data security form the foundation of trust in digital analytical systems. Without this foundation, even the most advanced forecasting technologies cannot be considered effective or acceptable in the educational environment. Thus, the future of predictive analytics in education depends on a harmonious synthesis of scientific rationality, ethical responsibility, and legal certainty [14].

As demonstrated above, forecasting methods in digital education are based on a combination of analytical, expert, and intelligent approaches. However, the effectiveness of these methods is determined not only by their theoretical content but also by the technological infrastructure that enables their practical implementation. Digital technologies are no longer merely auxiliary tools; they have become the key factor that determines the speed, accuracy, and adaptability of forecasting.

[14] Wang, Y., et al. (2025). *Artificial intelligence in student management systems to improve academic outcomes*. *Scientific Reports*. https://doi.org/10.1038/s41598-025-19159-4

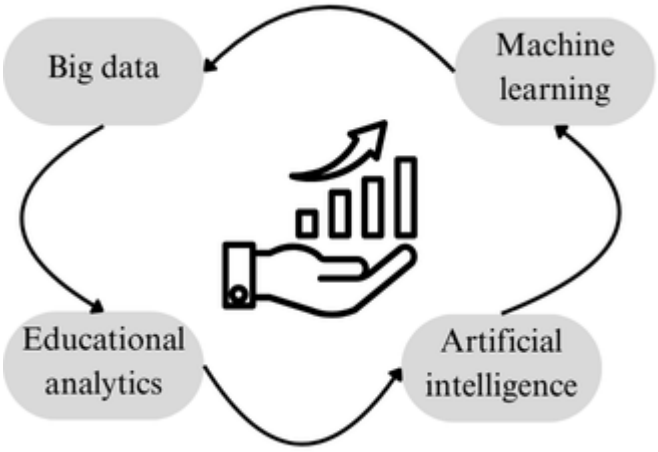


Fig. 3. *Relationship Between Digital Technologies and the Process of Educational Outcomes Forecasting*

The digitalization of education has created an entirely new environment in which processes of management, monitoring, and forecasting occur in real time. Learning management systems (LMS), analytical platforms, cloud services, and artificial intelligence technologies together form a unified data ecosystem, where every educational event leaves a digital footprint. Based on these traces, it becomes possible to analyze patterns and generate forecasts regarding academic performance, student engagement, and the effectiveness of educational programs.

The diagram illustrates the cyclical nature of digital technology use in forecasting. Data collected during the learning process undergo analytical processing through intelligent systems and are then returned in the form of predictive results that influence managerial decision-making. In this way, forecasting becomes an integral part of a closed-loop information management system in education

The advancement of digital technologies has contributed to the formation of a wide range of tools designed for educational process forecasting. These tools can be categorized by their functional purpose – from data collection to analytical processing and visualization of results.

Each of the technological groups listed above performs a distinct yet interrelated function within the overall forecasting system. BI platforms enable the visualization of large volumes of educational data, while artificial intelligence and machine learning systems process complex datasets to identify hidden patterns. Learning Management Systems (LMSs) serve as primary data sources, whereas cognitive technologies ensure in-depth interpretation of these data. It is precisely through the interaction of these technological components that the construction of comprehensive predictive models becomes possible.

Modern systems for forecasting educational processes are typically based on a three-level architecture, which includes the data level, the analytical level, and the management level.

At the first level, data are collected and stored from various sources such as learning management systems, electronic gradebooks, social educational platforms, and testing environments.

The second level is responsible for processing the data and transforming them into predictive models using machine learning algorithms, neural networks, or cognitive analysis. The third level – the management level – integrates the results of forecasting into educational policy, program planning, and support ystems for teachers and students.

The diagram illustrates the closed-loop functioning of the digital forecasting system. Feedback is a key feature of this architecture, as the forecasting results directly influence the educational process, generating new data that are subsequently reintegrated into the analytical cycle. This approach enables self-learning within the system and a gradual increase in the accuracy of predictions. Artificial intelligence serves as a catalyst in the evolution of forecasting systems, allowing for the analysis of not only quantitative but also qualitative parameters of educational activity.

Table 7

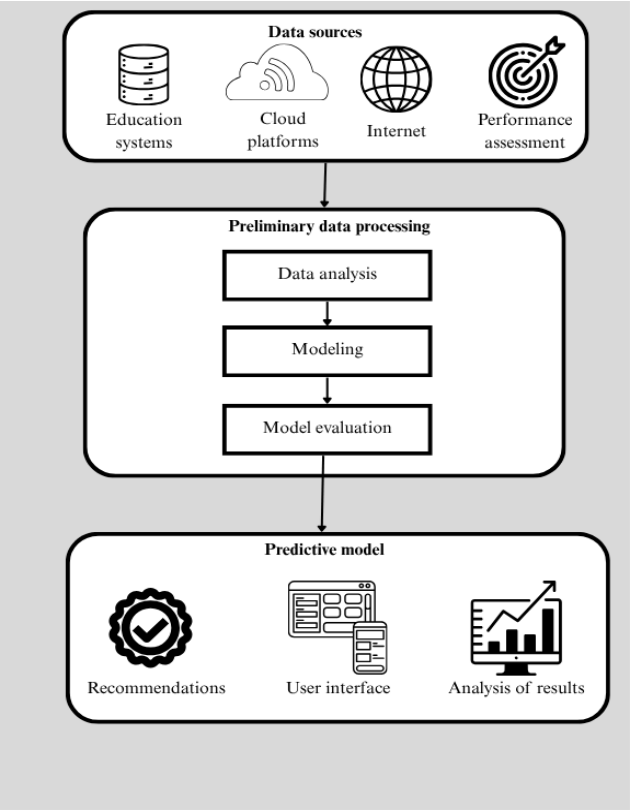
Classification of Digital Technologies Supporting Educational Process Forecasting

Group of Technologies	Main Function	Examples of Application	Expected Outcome
BI Systems and Analytical Platforms	Collection, aggregation, and visualization of educational data	Power BI, Tableau, Google Data Studio	Identification of patterns, support for managerial decision-making
AI and Machine Learning	Intelligent analysis of big data, predictive modeling	TensorFlow, RapidMiner, Azure AI	Self-learning models for forecasting educational outcomes
LMS Analytics	Monitoring students' learning activity	Moodle Analytics, Canvas Insights	Early detection of academic underperformance risks
Cloud Services	Centralized storage, processing, and access to data	AWS Education Cloud, Google Cloud for Education	Scalability and integration of educational databases
Cognitive Systems	Analysis of behavioral and emotional data	IBM Watson Education, Smart Analytics	Personalization of learning, forecasting motivational trends

By combining neural networks, natural language processing (NLP), and emotional intelligence, modern cognitive models can determine how students respond to learning materials, what factors influence their motivation, and which learning strategies are most effective for them [15].

[15] Sydorenko, V. V. (2021). *Digital transformation of education in Ukraine and the EU: Comparative analysis*. *EduLearn Journal of Education and Learning*, 15(2). Retrieved from https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1430815.pdf

These intelligent systems make it possible to shift from delayed forecasting to real-time predictive analytics, identifying risks of academic underachievement or loss of motivation before they lead to negative outcomes. This approach is actively implemented in leading universities worldwide, where digital analytical systems ensure continuous monitoring of educational interactions.



Despite the considerable potential of digital forecasting technologies, there are several risks that may negatively affect educational quality, system trustworthiness, and user rights. These risks are associated not only with technical aspects but also with ethical and social factors.

Fig. 4. *Architecture of the Digital System for Forecasting Educational Processes*

Table 8

Main Risks of Digital Forecasting in Education and Ways to Mitigate Them

Type of Risk	Description	Mitigation Strategies
Technical	Data leakage, system hacking, algorithmic errors	Use of cybersecurity systems, regular security audits
Ethical	Algorithmic bias, unauthorized data use	Implementation of ethical codes and oversight committees
Legal	Non-compliance with GDPR or the Law “On Personal Data Protection”	Legal support, development of privacy policies
Social	Decline in trust in education, stigmatization of students based on forecasts	Model transparency, informing users about system principles
Psychological	Pressure on students caused by excessive evaluative analytics	Balance between control and support, humanization of predictive technologies

The implementation of ethical and legal mechanisms reduces risks while simultaneously fostering trust in digital analytical solutions. The most important preventive factor is the integration of technical security with ethical responsibility, which ensures a balance between technological development and individual rights. In practice, digital forecasting technologies form the foundation for developing institutional education management systems of a new type. For example, the *Open*

University (United Kingdom) employs an AI-based analytical platform to predict student attrition, reducing dropout rates by 18%. The *University of Michigan* utilizes the ECoach system, which provides personalized recommendations to students based on their activity analysis within the LMS.

In Ukraine, analytical tools are gradually being implemented within national education platforms, particularly in the *Unified State Electronic Education Database*, which has strong potential for developing forecasting analytics components.

Digital technologies for forecasting support are a key factor in shaping the analytical and prognostic culture in education. They enable data management automation, enhance the accuracy of forecasts, promote personalized learning, and create the prerequisites for transitioning to intelligent education management.

The use of such technologies marks a shift from static analysis to dynamic, self-learning forecasting, where the system not only reacts to changes but also generates new management decisions autonomously. This approach defines the strategic direction of 21st-century education – education based on data, prediction, and digital analytics.

The development of digital technologies, artificial intelligence, and analytical platforms creates the foundation for establishing an integrated system of predictive education management that unites the functions of data collection, analysis, forecasting, and decision-making. As shown in the previous sections, the effectiveness of forecasting largely depends on the system's ability not only to analyze existing data but also to adapt to new educational conditions. Therefore, the construction of a model for a digital system of predictive education management involves combining analytical, cognitive, and managerial components into a unified architecture.

The conceptual framework of the model is based on the following principles:

- integrativeness – unification of heterogeneous educational data sources into a single system;
- predictivity – orientation toward prospective rather than retrospective analysis;
- adaptivity – the ability of the model to adjust parameters in response to new data;
- transparency – clarity of analytical procedures for users and education stakeholders;
- self-learning – improvement of forecast accuracy through feedback between results and new data.

Within these principles, the predictive management model is viewed as a dynamic cybernetic system that integrates digital analytics, intelligent algorithms, and management mechanisms to optimize the functioning of educational processes. The digital system of predictive education management includes everal interrelated modules, each performing a specific function. Its structure is illustrated in the following figure.

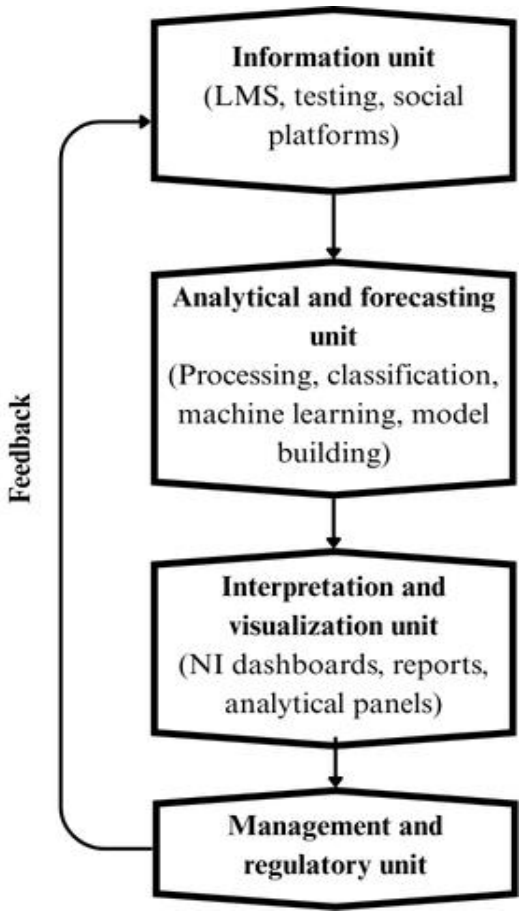


Fig. 5. *Conceptual Model of the Digital System for Predictive Education Management*

The model reflects the logic of how the predictive education management system functions as a unified cycle:

- Information Block – responsible for the accumulation of data from various educational sources, including electronic journals, LMS platforms, test results, social learning networks, and even open government registries. At this stage, data verification, normalization, and standardization are performed to prepare for further analysis;

- Analytical and Predictive Block – the core of the system, where algorithms of statistical analysis, clustering, neural modeling, scenario forecasting, and cognitive analytics are implemented. Its function is to identify development trends, risks, and opportunities within educational processes.

At this level, predictive models are developed to assess student performance, teaching effectiveness, program demand, and the quality of management decisions;

- Interpretation and Visualization Block – ensures the presentation of forecasting results in a user-friendly format. Business Intelligence tools such as Power BI, Tableau, and Looker Studio enable the creation of interactive dashboards, ranking maps, risk indices, and scenario models for educational development;

- Management and Regulatory Block – focuses on the practical application of forecasts. At this level, decisions are made regarding resource allocation, curriculum improvement, innovation implementation, and policy adjustment. These management actions, in turn, generate new data that are fed back into the system as part of the feedback loop;

- Feedback Mechanism – enables system self-learning through continuous data and model updates. The outcomes of implemented decisions are analyzed, their effectiveness is evaluated, and forecasting parameters are adjusted accordingly.

To evaluate the effectiveness of the digital predictive education management system, analytical indicators are applied to measure the performance level of educational processes. These indicators can be conventionally divided into three groups: academic, managerial, and systemic.

Table 9

Key Analytical Indicators of the Effectiveness of Predictive Education Management

Group of Indicators	Metrics	Interpretation
Educational	Predicted level of academic performance, student attrition risk, dynamics of test results	Allow for the assessment of individual and group progress
Managerial	Level of implementation of predictive recommendations, accuracy coefficient of forecasts, response time to changes	Determine the quality of managerial decisions
Systemic	Index of analytical integration, frequency of data updates, level of process automation	Reflect the technological maturity of the predictive management system

The use of such indicators makes it possible not only to evaluate the effectiveness of educational strategies but also to identify problem areas in a timely manner. For instance, a high student attrition risk indicates the need to revise pedagogical approaches or curricula, while a low index of analytical integration signals the necessity to improve the digital infrastructure [1].

The algorithm of the digital system for predictive education management involves the sequential implementation of the following stages:

- data collection – acquisition of information from internal and external sources;

- preprocessing – cleaning, standardization, and unification of data formats;

- analytical modeling – application of regression methods, neural networks, and cognitive analysis;

- forecasting – development of short- and medium-term scenarios for the evolution of the educational system;

- visualization – presentation of results in the form of dashboards, infographics, and rankings;

- decision-making – use of forecasts for strategic planning;

- feedback – assessment of forecast accuracy and model improvement.

This algorithm is recursive in nature, meaning it repeats with the inclusion of new data, forming a cycle of continuous predictive management. Its flexibility ensures the system's adaptability to changes in the external environment social, economic, or political.

Further improvement of the predictive education management model is associated with the integration of next-generation artificial intelligence technologies (Generative AI), which are capable not only of forecasting but also of generating alternative scenarios for the development of the educational system. Another promising direction is the implementation of cloud-based educational data hubs that consolidate data across various educational levels – rom schools to universities.

Another strategic vector of development involves expanding the forecasting system to the regional and national levels of governance. In this context, the model can be integrated with national digital platforms, e-government systems, and regional analytical centers.

The developed model of the digital system for predictive education management represents the logical culmination of the preceding stages of the research. It integrates technological, analytical, and managerial components, forming the foundation for the creation of an intelligent educational ecosystem in which every decision is based on data, forecasts, and scientifically validated patterns.

The model not only enhances the effectiveness of educational management but also fosters a new management culture oriented toward innovation, scientific validity, and digital transparency. In the long term, such a system could serve as a foundational platform for a national strategy of digital transformation in education.

The digital transformation of society has led to profound changes in the education system, which is gradually evolving from a traditional social institution into a flexible, analytical, and dynamic system of knowledge management. At the center of these changes lies the growing role of forecasting as a tool of cognition, governance, and planning of educational processes. Forecasting has become not merely a scientific method but a new paradigm of educational development, within which education is viewed as both an object and a subject of anticipatory management, capable of self-organization and adaptation under conditions of uncertainty.

As a result of the conducted research, it has been established that forecasting methods in digital education form a holistic intellectual framework of management based on the principles of analyticity, systematization, feedback, and adaptability. Their essence lies in the creation of models that allow not only the interpretation of past events but also the identification of probable scenarios for the future development of educational systems. This ensures a transition from empirical management to scientifically grounded predictive management, in which digital technologies serve not as auxiliary tools but as the intellectual core of educational analytics [4].

The scientific significance of the predictive approach lies in its interdisciplinary nature. Educational processes can no longer be examined in isolation from economic, technological, or social factors. The use of a systems approach has made it possible to define education as a complex open system that interacts with its environment and responds to external changes. The cybernetic approach has enabled the identification of feedback mechanisms that ensure the stability and controllability of educational processes. The synergetic approach has made it possible to describe the dynamics of educational development as a nonlinear process combining elements of chaos and order, while the analytical and predictive approach has provided a methodological foundation for creating digital forecasting models based on machine learning and artificial intelligence algorithms.

In this context, digital forecasting in education can be defined as an integrative knowledge management technology that combines the collection, processing, interpretation, and visualization of educational data with the development of predictive scenarios and recommendations. It is this synthesis of analytics and management that forms a new quality of educational governance – data-driven governance, where decisions are based not on intuition or fragmented experience but on evidence-based analytics, statistical patterns, and forecasts.

The practical significance of digital forecasting lies in its ability to enhance the efficiency of educational process management at various levels. It contributes to the rational planning of educational resources, the optimization of curricula, the formation of individual learning trajectories, the reduction of failure risks, and the assurance of transparency in educational policy. Universities that implement learning analytics systems gain the ability to respond promptly to students' needs, assess teaching effectiveness, forecast learning outcome dynamics, and improve educational strategies.

At the same time, this underscores that the implementation of predictive management technologies must be carried out on ethical and legal grounds that guarantee the safe use of data and adherence to principles of human-centeredness. Ensuring privacy, voluntary participation, non-discrimination, algorithmic fairness, and transparency are essential prerequisites for the digital modernization of education. In this regard, forecasting acquires a humanistic dimension – it is intended not to replace humans in decision-making but to support their capacity for strategic, critical, and responsible thinking.

In the context of national education policy, the findings of the research indicate that the establishment of a national system for predictive management represents a promising direction for Ukraine's development. Such an initiative entails the integration of state information resources, unified standards for data collection and verification, the training of educational analysts, as well as the development of ethical codes and accountability mechanisms for the use of educational data. The

scientific justification of these processes should serve as the foundation for implementing an educational digitalization policy focused on innovation, sustainability, and social justice.

Predictive management in education emerges as a synthesis of technological capabilities, methodological reflection, and humanistic principles. It paves the way for the creation of an intellectually analytical educational ecosystem in which the processes of learning, research, and administration are interconnected within a unified digital space. This transformation not only changes management methods but also shapes a new culture of thinking – a culture of foresight, where knowledge serves as the foundation not only for understanding the world but also for actively shaping it.

It can be asserted that digital forecasting in education constitutes the prerequisite for a new era of educational development, in which artificial intelligence, data, and humans form an integrated system of interaction. Such education is capable not merely of responding to the challenges of time but of anticipating them, guiding society toward the values of an intelligent, just, and sustainable future.

References

Marienko, M. V., & Kovalenko, A. O. (2023). *Artificial intelligence and open science in education: Relationships and opportunities*. *Institute of Information Technologies and Learning Tools of the NAES of Ukraine*. Kyiv. Retrieved from https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/734475

Radkevych, O. P. (2024). *Artificial intelligence in predicting teachers' professional performance outcomes*. Institute of Pedagogy of the NAES of Ukraine. Kyiv. Retrieved from https://conference.ivet.edu.ua/index.php/1/article/download/538/512/1519

Palamar, S. P., & Naumenko, M. S. (2024). *Artificial intelligence in education: Using it without violating academic integrity*. Borys Grinchenko Kyiv University. Kyiv. Retrieved from https://elibrary.kubg.edu.ua/48609/1/Palamar_S_P_Naumenko_M_S_OD_2024.pdf

Kutsak, L. V. (2024). *Artificial intelligence in modern education: Prospects and challenges*. *Modern Information Technologies in Education*. Vinnytsia. Retrieved from https://vspu.net/sit/index.php/sit/article/download/5679/5095/9497

Bublik, L. V. (2025). *Future prospects for developing artificial intelligence skills in education*. *Economy and Society*, (58). Retrieved from https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/5410

Vdovenko, N. M., & Marhasova, M. V. (2024). *Information-analytical systems in the management of higher education institutions*. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, (4), 152–161. Retrieved from https://heraldes.khmnu.edu.ua/index.php/heraldes/article/download/1930/1974/5924

Mian, Y., Khalid, F., Qun, A., & Ismail, S. (2022). *Learning analytics in education, advantages and issues: A systematic literature review*. *Creative Education*, 13, 2913–2920. https://doi.org/10.4236/ce.2022.139183

Gándara, D., & Anahideh, H. (2025). *Using AI to predict student success in higher education*. *Brookings Institution Reports*. Retrieved from https://www.brookings.edu/articles/using-ai-to-predict-student-success-in-higher-education/

Pasichnyi, R., Serhieiev, V., Shevchenko, S., Petrukha, N., & Hryvnak, B. (2024). *Digital transformation of higher education as a driver of Ukraine's integration into the European educational space*. *BrAJEts: Baltic Region Academic Journal*. Retrieved from https://braj-ets.com/brajets/article/view/1905

Romero, C., & Ventura, S. (2024). *Educational data mining and learning analytics: An updated survey*. *arXiv preprint*. Retrieved from https://arxiv.org/abs/2402.07956

Vakaliuk, T., Antoniuk, D., Morozov, A., Medvedieva, M., & Medvediev, M. (2020). *Green IT as a tool for designing cloud-oriented sustainable learning environments*. *arXiv preprint*. Retrieved from https://arxiv.org/abs/2012.07744

Arce, C. M., Gavilanes, J. C., Arce, E. M., Haro, E. M., & Bonilla-Jurado, D. (2025). *Artificial intelligence in higher education: Predictive analysis of attitudes and dependency among Ecuadorian university students*. *Sustainability*, 17(17), 7741. https://doi.org/10.3390/su17177741

Illichuk, L. M. (2023). *Artificial intelligence and the quality of education: Opportunities, challenges and prospects*. *Scientific Works. Pedagogical Studies Series*. Kyiv: DNPB of Ukraine. Retrieved from https://dnpb.gov.ua/ojs/npstudies/article/view/144

Wang, Y., et al. (2025). *Artificial intelligence in student management systems to improve academic outcomes*. *Scientific Reports*. https://doi.org/10.1038/s41598-025-19159-4

Sydorenko, V. V. (2021). *Digital transformation of education in Ukraine and the EU: Comparative analysis*. *EduLearn Journal of Education and Learning*, 15(2). Retrieved from https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1430815.pdf

Abstract

The monograph is devoted to the theoretical and methodological substantiation of the concept of digital forecasting in education as a key instrument for managing educational processes in the context of society's digital transformation. The study examines the essence, principles, and methods of predictive management and reveals the role of analytical technologies, artificial intelligence, and big data in enhancing the effectiveness of educational policy and decision-making.

A systemic model of digital predictive education management is proposed, integrating analytical, cognitive, and managerial components into a single intelligent ecosystem. Particular attention is paid to issues of ethics, information security, and legal regulation of the processes of data collection, processing, and utilization in education.

The methodological framework of the research is based on systemic, cybernetic, synergetic, and analytical-prognostic approaches to managing educational systems. The monograph also analyzes international and Ukrainian experiences in implementing digital technologies for forecasting educational outcomes.

The practical significance of the work lies in the potential application of its findings for developing a national digital education strategy, creating state analytical platforms, improving institutional management, and training educational analysts.

Streszczenie

Monografia poświęcona jest teoretycznemu i metodologicznemu uzasadnieniu koncepcji cyfrowego prognozowania w edukacji jako kluczowego narzędzia zarządzania procesami edukacyjnymi w warunkach transformacji cyfrowej społeczeństwa. W pracy omówiono istotę, zasady i metody zarządzania prognostycznego oraz ukazano rolę technologii analitycznych, sztucznej inteligencji i analizy dużych zbiorów danych w zwiększaniu efektywności polityki oświatowej i podejmowania decyzji zarządczych.

Zaproponowano systemowy model cyfrowego zarządzania prognostycznego w edukacji, który integruje komponenty analityczne, poznawcze i zarządcze w jedną inteligentną ekosferę. Szczególną uwagę poświęcono zagadnieniom etyki, bezpieczeństwa informacji oraz regulacji prawnych dotyczących gromadzenia, przetwarzania i wykorzystywania danych edukacyjnych.

Podstawy metodologiczne opracowania opierają się na podejściach systemowym, cybernetycznym, synergicznym oraz analityczno-prognostycznym do zarządzania systemami edukacyjnymi. Przeanalizowano również doświadczenia międzynarodowe i ukraińskie w zakresie wdrażania technologii cyfrowych w procesy prognozowania wyników edukacyjnych.

Znaczenie praktyczne monografii polega na możliwości zastosowania jej ustaleń w opracowywaniu krajowej strategii edukacji cyfrowej, tworzeniu państwowych platform analitycznych, doskonaleniu zarządzania instytucjami edukacyjnymi oraz kształceniu specjalistów-analityków w dziedzinie edukacji.

Author

Kateryna Pryshliak – PhD, Docent, Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics and Informatics. Author of more than 50 scientific papers published in Ukraine and abroad, including 18 in Ukrainian peer-reviewed scientific journals, 2 in international periodicals, 4 conference theses, and 4 articles indexed in the *Scopus* and *Web of Science* scientometric databases. Three collective monographs and 23 conference papers have been published. Completed international scientific and pedagogical internship at the *Catholic University in Ružomberok* (Slovak Republic), advanced international training at the *University of Technology and Humanities in Bielsko-Biała* (Republic of Poland), and international qualification program at the *Netherlands Business Academy* (Breda, the Netherlands).

Лесик О.Ф.
доцент кафедри прикладної математики, канд.фіз.-мат.н.
Західноукраїнський національний університет
ORCID ID: 0000-0003-1659-685X

Пласконь С.А.
доцент кафедри прикладної математики, канд.екон.н.
Західноукраїнський національний університет
ORCID ID: 0000-0001-9013-4579

Руська Р.В.
доцент кафедри прикладної математики, канд.екон.н.
Західноукраїнський національний університет
ORCID ID: 0000-0001-9013-4579

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО НАВЧАННЯ У ВИЩІЙ ОСВІТІ

У сучасних умовах технології щтучного інтелекту (ШІ).одержують надзвичайно швидкий розвиток у всіх сферах. Кабінетом Міністрів України схвалена Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні[1] та Національна стратегія розвитку штучного інтелекту[2]. Також використання ШІ розглядається та аналізується і в країнах Європейського Союзу[3]. Тому їх аналізу приділяється значна увага як вітчизняних[4], так і зарубіжних науковців[5]. Зокрема, сучасна система вищої освіти перебуває на етапі глибоких змін, зумовлених процесами цифровізації, глобальним поширенням знань і стрімким розвитком технологій штучного інтелекту[6], так як одним із стратегічних ресурсів, завдяки якому держава є конкуренто-спроможною на світовому ринку праці, є вища освіта[7].

[1] Про схвалення Концепції розвитку:штучного інтелекту в Україні: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 02.12.2020 № 1556-р. URL: https://zakon/rada/gov/ua/laws/show/1556-2020-%D1%80#Text
[2] Національна стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні на 2021-2030 роки. Київ: Інститут проблем штучного інтелекту , 2021
[3] Recommendation of the Council on Artificial Intelligence OECD/LEGAL/0449. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD).2019. URL: https://legalinstruments.pecd.org/en/instruments/OECD/LEGAL/0449
[4] Папач О., Горожанкіна О., Різак Г. Аналіз ролі штучного інтелекту у впровадженні диференційованого підходу до навчання. Педагогічна академія: наукові записки. 2024. No10. С. 1–26
[5] Akter, S., McCarthy, G., Sajib, S., Michael, K., Dwivedi, Y. K., D'Ambra, J., & Shen, K. N. (2021). Algorithmic bias in data-driven innovation in the age of AI. *International Journal of Information Management*, 60, 102387. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102387
[6] Vieriu A., Petrea G. The impact of Artificial Intelligence (AI) on Student's Academic Development. *Educational Sciences.* 2025. Vol 15, Issue 3, 343
[7] Руська Р., Алілуйко А., Пласконь С., Новосад І. Прогнозування кількості закладів вищої освіти відносно факторів сьогодення. *Економічний аналіз.* 2020. Том 30(3). С. 127-137

Традиційні освітні моделі, що базуються на стандартизованих підходах до навчання, уже не відповідають вимогам покоління студентів, які прагнуть індивідуального підходу, гнучкості та практичної спрямованості навчання. У цих умовах інтеграція інтелектуальних технологій стає провідним чинником оновлення освітнього простору закладів вищої освіти. Інтелектуальні освітні системи, адаптивні онлайн-платформи, аналітика освітніх даних, чат-боти, віртуальні наставники та рекомендаційні алгоритми створюють умови для реалізації персоналізованого навчання. Такий підхід передбачає адаптацію змісту, темпу й траєкторії навчання до індивідуальних потреб, рівня знань і мотивації кожного студента. Це сприяє підвищенню результативності освітнього процесу, а також формує нову модель педагогічної взаємодії, у якій викладач виступає фасилітатором і ментором, а студент – активним учасником та співавтором власного навчального шляху. Разом із тим активне впровадження інтелектуальних технологій у вищу освіту супроводжується низкою викликів. Серед них – етичні питання використання ШІ, захист персональних даних, підготовка викладачів до роботи в цифровому середовищі, а також необхідність розроблення інноваційних підходів до оцінювання навчальних досягнень.

Отже, актуальність даного дослідження зумовлена потребою всебічного вивчення ролі інтелектуальних технологій у створенні персоналізованого освітнього простору, аналізу їх потенціалу, переваг і можливих обмежень у контексті сучасної системи вищої освіти.

Метою дослідження є обґрунтування теоретичних засад і практичних підходів до використання інтелектуальних технологій як ефективного інструменту персоналізованого навчання у системі вищої освіти, а також визначення їхнього впливу на підвищення якості освітнього процесу, розвиток індивідуальних освітніх траєкторій студентів[8], де автором розглядається «впровадження алгоритмів штучного інтелекту як стратегічний ресурс у сфері цифровізації вищої освіти; та удосконалення педагогічної взаємодії між викладачами та студентами в цифровому середовищі[9], де автор наводить дефінітивні визначення поняття штучного інтелекту з точки зору вдосконалення понятійного апарату даної категорії та зауважує, що «віртуальна реальність призводить до планомірних, консеквентних й систематизованих перемін у навчальному процесі та науково-дослідній роботі».

Дослідження ґрунтується на міждисциплінарному підході, що поєднує положення педагогіки, інформаційних технологій, когнітивної психології та освітньої аналітики.

[8] Bobro N. Effectiveness of artificial intelligence usage in the educational process. *Наука і техніка сьогодні.* 2023. № 14 (28). С. 168-174.
[9] Панухник О. Штучний інтелект в освітньому процесі та наукових дослідженнях здобувачів вищої освіти: відповідальні межі вмісту ШІ. *Галицький економічний вісник.* № 4 (83). 2023. С. 202-211

Використано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів, які забезпечили системне вивчення впровадження інтелектуальних технологій у персоналізоване навчання.

ШІ в начальному процесі пропонує сучасні технології, що дозволяють ровивати та імплементувати методи викладання. До основних методів належать: аналіз і синтез наукових джерел – для визначення сутності персоналізованого навчання та інтелектуальних технологій; порівняльний аналіз – для вивчення зарубіжного[10] й вітчизняного[11] досвіду їх застосування у вищій освіті; **с**истемно-структурний підхід – для розгляду інтелектуальних технологій як взаємопов'язаної системи педагогічних, інформаційних і організаційних компонентів; моделювання – для побудови узагальненої моделі адаптивного освітнього середовища; **е**мпіричні методи (спостереження, опитування, експертне оцінювання) – для з'ясування рівня готовності закладів освіти до впровадження інтелектуальних систем і ставлення учасників освітнього процесу до персоналізованого навчання.

Інформаційну базу дослідження становлять наукові публікації з міжнародних баз даних (Scopus, Web of Science), нормативно-правові документи у сфері цифровізації освіти, аналітичні звіти ЮНЕСКО, OECD, Європейської комісії, а також практичний досвід впровадження штучного інтелекту в освітній процес провідних університетів світу та України.

Результати дослідження свідчать, що інтелектуальні технології набувають статусу ключового чинника вдосконалення освітнього середовища закладів вищої освіти, каталізуючи перехід до персоналізованих моделей навчання замість уніфікованих. Детальний аналіз засвідчив, що використання штучного інтелекту дозволяє створювати адаптивні освітні платформи. Їхня функціональність охоплює аналіз навчальної активності, визначення компетенцій, формування індивідуальних освітніх траєкторій та надання цільових рекомендацій.

Одним із важливих результатів дослідження є виявлення основних напрямів застосування інтелектуальних технологій у персоналізованому навчанні, зокрема: інтелектуальні системи підтримки навчання, які використовують машинне навчання для адаптації контенту під рівень знань і стиль навчання студента; прогнозування та підтримка (Learning Analytics): аналітика освітніх даних допомагає передбачати успішність, вчасно виявляти ризики невстигання та розробляти індивідуальні стратегії допомоги; віртуальні помічники: Впровадження тьюторів та чат-ботів для забезпечення безперервної комунікації та оперативного надання зворотного зв'язку; рекомендаційні сервіси**:** системи, що сприяють вибору курсів,

[10] Аламрі Х., Лоуелл В., Вотсон В., Вотсон С.Л. 2020 Використання персоналізованого навчання як навчального підходу для мотивації учнів у вищій освіті онлайн: самовизначення учня та внутрішня мотивація. *Journal of Research on Technology in Education,* 52 (3), pp. 322-352. .

[11] Саган О.В. Організація персоналізованого навчання за допомогою штучного інтелекту. *Зб. наук. праць Педагогічні науки. Секція 2. Теорія і практика навчання.* 2025 С. 37-43

завдань і ресурсів на основі інтересів і навчальних потреб студента; системи оцінювання на основі штучного інтелекту, які об'єктивізують процес контролю знань і дозволяють аналізувати не лише кінцевий результат, а й динаміку навчання.

Проведене опитування викладачів та студентів українських закладів вищої освіти показало, що понад 70% респондентів позитивно оцінюють потенціал інтелектуальних технологій у підвищенні ефективності навчання. Основними перевагами, на їхню думку, є індивідуалізація освітнього процесу, швидкий доступ до персоналізованих ресурсів, гнучкість і можливість навчання у власному темпі. Водночас виявлено низку проблемних аспектів – недостатню цифрову компетентність викладачів, обмежене технічне забезпечення, а також ризики, пов'язані із захистом персональних даних студентів.

Узагальнено модель впровадження інтелектуальних технологій у систему персоналізованого навчання, яка передбачає три взаємопов'язані рівні: технологічний – розробка та впровадження програмних рішень на основі ШІ у навчальні платформи; педагогічний – формування нових дидактичних підходів до навчання з орієнтацією на студентоцентризм; організаційний рівень – підготовка освітніх закладів до використання інтелектуальних систем, підвищення цифрової компетентності викладачів і розроблення нормативно-етичних засад їх застосування.

Таким чином, результати дослідження підтвердили, що інтелектуальні технології є фундаментальною основою, а не лише технічним засобом для трансформації вищої освіти. Вони забезпечують перехід до системи, яка є персоналізованою, адаптивною та гнучкою, і завжди ставить у центр уваги потреби кожного здобувача освіти.

Перспективи інтелектуальних технологій у персоналізованому навчанні залежать від трьох ключових чинників: вдосконалення цифрової інфраструктури ЗВО, формування культури роботи з даними та переосмислення ролі викладача у цифровому освітньому середовищі.

Подальші дослідження варто зосередити на оцінці ефективності впровадження інтелектуальних систем у різних предметних галузях та розробці адаптивних навчальних алгоритмів та моделей для інтеграції в національні освітні платформи. Окрему увагу необхідно приділити етичним аспектам ШІ в освіті**,** а саме: забезпеченню прозорості його роботи, захисту конфіденційних даних здобувачів, запобіганню алгоритмічній упередженості та підтримці академічної доброчесності. Не менш значущим є завдання підвищення цифрової компетентності викладачів, які мають стати провідниками навчального процесу, що базується на інтелектуальних технологіях.

У перспективі використання інтелектуальних технологій сприятиме створенню адаптивних освітніх екосистем, що поєднують індивідуальні траєкторії навчання, автоматизовану підтримку навчальних досягнень, інтеграцію формального й неформального навчання. Такі екосистеми можуть стати основою для побудови смарт-університетів, у яких взаємодія людини і технологій забезпечує підвищення якості освіти, розвиток творчого потенціалу студентів і формування навичок, необхідних для життя та праці в умовах цифрової економіки.

Таким чином, подальші дослідження у цій сфері мають бути зосереджені на розробленні інноваційних моделей інтеграції інтелектуальних технологій у систему вищої освіти, з урахуванням педагогічних, технологічних, організаційних і соціальних аспектів, що забезпечать сталий розвиток персоналізованого навчання.

Динаміка розвитку цифрових технологій, глобалізація та зміна освітніх очікувань студентів викликали необхідність перегляду функціонування сучасної системи вищої освіти. Стандартизовані моделі викладання вже не можуть забезпечити необхідну гнучкість, індивідуалізацію та формування ключових компетентностей. Саме тому центральне місце в освітній політиці займає персоналізоване навчання, яке зобов'язує враховувати унікальні потреби, здібності та мотивацію кожного окремого студента.

Але, щоб персоналізація запрацювала у вищій освіті, потрібен серйозний технологічний апарат, здатний аналізувати «великі дані», розуміти, як навчаються студенти, і пропонувати кожному свій шлях. У цьому контексті такі інтелектуальні технології, як ШІ, машинне навчання та аналітика є ключовими. Вони надають унікальні можливості для побудови адаптивної системи, яка робить навчання не просто ефективним, а й максимально гнучким та сфокусованим на потребах конкретного здобувача освіти.

Незважаючи на широке впровадження цифрових платформ, питання теоретичного обґрунтування, методичного супроводу та практичної реалізації інтелектуальних технологій у персоналізованому навчанні залишаються малодослідженими. Це створює потребу в науковому аналізі потенціалу, можливостей та обмежень цих технологій для подальшої модернізації системи вищої освіти.

Таким чином, актуальність дослідження полягає в необхідності глибокого вивчення ролі інтелектуальних технологій у формуванні персоналізованого освітнього простору. Такий простір має відповідати вимогам цифрової епохи та сприяти розкриттю особистісного потенціалу кожного студента.

Проблематика використання інтелектуальних технологій (ІТ) у персоналізованому навчанні перебуває в епіцентрі уваги світової наукової спільноти. Цей інтерес зумовлений

потенціалом ІТ трансформувати вищу освіту, зробивши її більш гнучкою та орієнтованою на індивідуальні потреби.

Розглянемо ключові напрями зарубіжних досліджень. Зарубіжні науковці активно підкреслюють, що інтеграція систем штучного інтелекту (ШІ) та адаптивних навчальних платформ у навчальний процес значно підвищує ефективність засвоєння знань і дозволяє формувати індивідуальні освітні траєкторії (ІОТ) студентів.

Останні дослідження сфокусовані на таких аспектах:

1. Адаптивні системи (Adaptive Learning Systems – ALS): Дослідники, такі як Річард Фельдер (Richard Folder)[12] у контексті стилів навчання та сучасні експерти у галузі ШІ-освіти, доводять, що ALS здатні динамічно змінювати контент, темп та методику викладання на основі реальної поведінки студента, його відповідей та рівня знань. Це забезпечує справжню індивідуалізацію, на відміну від простого вибору курсів.

2. Освітня аналітика (Learning Analytics – LA)**:** Значна частина публікацій присвячена використанню LA для прогнозування[13]. Аналіз "великих даних" (Big Data) про навчальний процес дає змогу ШІ-алгоритмам завчасно ідентифікувати студентів**,** схильних до академічної неуспішності (ризики відсіву), і автоматично пропонувати викладачам або самому студенту коригувальні дії чи додаткові ресурси.

3. Автоматизація оцінювання та зворотного зв'язку**:** Досліджується ефективність систем автоматичної перевірки робіт (особливо есе та відкритих питань) на основі машинного навчання (Machine Learning)[14]. Це зменшує навантаження на викладачів та забезпечує миттєвий, об'єктивний зворотний зв'язок студентам.

4. Віртуальні тьютори та чат-боти**:** Розглядається роль інтелектуальних агентів як цілодобових помічників. Вони можуть відповідати на типові запитання, надавати підтримку у вирішенні завдань і поглиблювати розуміння матеріалу, імітуючи діалог з викладачем.

У той час як світові тренди сфокусовані на практичній інтеграції, вітчизняні науковці також активно долучаються до цієї проблематики. Їхні дослідження часто акцентують увагу на методичному забезпеченні та психолого-педагогічних засадах використання ІТ[15].

Необхідно зауважити, що в деяких випадках впровадження ШІ орієнтовано на пропозиції комерційних структур, а не зумовлене запитами вдосконалення вищої освіти, що в

[12] Folder R.M., Soloman B.A. Learning Styles and Strategies. 2000. learningstyles.webtools.ncsu.edu
[13] AI-Omari M.H. Developing explainable AI methods for predictive analytics and prognostics. 2024. edit.elte.hu
[14] Mohammad A.S., AI-Kaltakcchi, AI-Ani J.A., Chambers J.A. Comprehensive evaluations of student performance estimation via machine learning.*Mathematics.* 11 (14). 2023.
[15] Снісаренко В.Д. Психологічні особливості використання штучного інтелекту в освітньому процесі. *Наукові записки.* Вип. 2 (28). 2025.С. 139-144.

даному випадку не сприяє розвитку освітніх технологій з використанням штучного інтелекту для забезпечення освітніх потреб викладачів та студентів[16].

Особливе місце в сучасних публікаціях займає етичний вимір ШІ в освіті. Науковці все частіше порушують питання:

• Прозорості алгоритмів**:** Як забезпечити, щоб студент і викладач розуміли, на основі яких даних та правил ШІ ухвалив рішення про ІОТ.

• Конфіденційності даних**:** Як захистити персональні навчальні дані студентів.

• Алгоритмічної упередженості**:** Як уникнути ситуацій, коли ШІ-система може несправедливо оцінювати або спрямовувати певні групи студентів через необ'єктивні вхідні дані.

Таким чином, сучасний науковий дискурс виходить за рамки простого констатування переваг ІТ, переходячи до комплексного вивчення їхньої ролі як концептуальної основи для створення персоналізованої, адаптивної та етично відповідальної системи вищої освіти.

Персоналізоване навчання – це освітній підхід, сфокусований на індивідуальних особливостях студента: його знаннях, навичках, мотивації, стилі та темпі засвоєння матеріалу. На противагу стандартизованій системі, де траєкторія однакова для всіх, персоналізація забезпечує гнучку організацію процесу, адаптуючи зміст, методи та форми навчання до потреб кожного здобувача освіти. Ключовими характеристиками персоналізованого навчання є: індивідуалізація освітнього процесу (підбір завдань, ресурсів і темпу відповідно до рівня та інтересів студента); активна роль студента (формування навичок самостійного навчання, прийняття рішень і розвитку критичного мислення); адаптивність і гнучкість (здатність системи змінювати траєкторію на основі аналізу прогресу та потреб); інтерактивність та зворотний зв’язок (постійна комунікація між викладачем, студентом і системами підтримки для оперативного коригування); а також орієнтація на компетентності та результати навчання (спрямованість на розвиток практичних і когнітивних компетенцій, а не лише на теорію).

Реалізація персоналізованого навчання у вищій освіті базується на різних педагогічних моделях та підходах: адаптивне навчання (Adaptive Learning), яке використовує технології для автоматичного підбору контенту, завдань та тестів відповідно до рівня знань студента з метою оптимізації засвоєння знань; модульне навчання (Modular Learning), що передбачає поділ курсу на окремі модулі, послідовність і темп проходження яких студент обирає самостійно; конструктивістський підхід, який ґрунтується на активному створенні знань студентом через

[16] Бобро Н. Штучний інтелект як стратегічний ресурс діджиталізації вищої освіти. *Наука та перспективи*. 2025. . https://doi.org/10.52058/2695-1592-2025-5(48)-10-17

проєктні та дослідницькі завдання, де викладач виступає спрямовувачем індивідуальних освітніх траєкторій; компетентнісно-орієнтоване навчання (Competency-Based Learning), орієнтоване на об'єктивне оцінювання досягнення конкретних компетенцій, при цьому персоналізація досягається через можливість вибору шляхів і темпів їх здобуття; а також гейміфікація та інтерактивні освітні стратегії, що використовують ігрові механіки, симуляції та вправи для підвищення мотивації, забезпечення індивідуальних викликів та персоналізованої підтримки.

Отже, персоналізація навчання у вищій освіті об'єднує освітню теорію з практичними педагогічними технологіями. Завдяки цьому студенти ефективніше розвивають свої компетенції та стають активнішими й відповідальнішими учасниками навчального процесу.

Інтелектуальні технології є ключовим фактором трансформації освіти, оскільки вони дозволяють персоналізувати навчання та значно підвищити його ефективність. Ці технології охоплюють штучний інтелект (ШІ), адаптивні платформи, освітню аналітику, віртуальних тьюторів і рекомендаційні системи, які спільно забезпечують врахування унікальних особливостей кожного студента.

Інтелектуальні технології (ІТ) в освіті – це програмно-апаратні засоби та алгоритми, які можуть автоматично аналізувати навчальні дані, передбачати потреби студентів і пропонувати індивідуальні освітні шляхи. У вищій освіті застосовуються такі основні види ІТ: системи штучного інтелекту (ШІ), що автоматизовано аналізують знання, виявляють прогалини та формують рекомендації; адаптивні освітні платформи, які підбирають контент, завдання та тести відповідно до рівня, стилю і темпу навчання студента; аналітика освітніх даних (Learning Analytics), яка обробляє великі масиви інформації про поведінку та успішність студентів; віртуальні тьютори та чат-боти, що надають індивідуальну та оперативну підтримку; а також системи рекомендацій, які пропонують персоналізовані курси, ресурси чи завдання на основі інтересів і потреб здобувачів освіти.

Інтелектуальні технології забезпечують: індивідуалізацію освітнього процесу – студенти отримують контент і завдання, оптимально пристосовані до їхніх потреб; моніторинг та оцінювання прогресу – системи ШІ та Learning Analytics дозволяють викладачам відстежувати успішність у режимі реального часу та своєчасно коригувати навчальні траєкторії; підвищення мотивації студентів – інтерактивні платформи, гейміфікація та персоналізовані завдання стимулюють активну участь у навчанні; оптимізацію роботи викладачів – автоматизація рутинних завдань (оцінювання тестів, аналітика прогресу) дозволяє більше часу приділяти наставництву та підтримці студентів; підтримку різноманітних стилів навчання – системи

адаптуються до візуального, аудіального, практичного або комбінованого стилю сприйняття інформації студентом. Сучасні інтелектуальні технології активно впроваджуються у навчальні процеси у різних країнах, сприяючи персоналізації освітнього досвіду, підвищенню мотивації студентів та покращенню академічних результатів (Табл. 1).

Таблиця 1.

Країна	**Інтелектуальна технологія / приклад**	**Характеристика застосування**	**Основний ефект / результат**
США	Платформа *Coursera*	Використовує машинне навчання для персоналізації навчального контенту та добору курсів	Підвищення мотивації студентів, індивідуалізація навчання
Велика Британія	Платформа *Century Tech*	Поєднує ШІ, нейронауку та педагогіку для створення персоналізованих навчальних маршрутів	Адаптація змісту й темпу навчання до потреб студентів
Фінляндія	*Learning Analytics* у ВНЗ	Застосовується для прогнозування академічних ризиків та підтримки студентів	Підвищення успішності та ефективності навчання
Китай	*Squirrel AI Learning*	Використовує алгоритми ШІ для побудови індивідуальних траєкторій навчання	Глибше засвоєння матеріалу, адаптація до рівня знань
Сінгапур	*NTU Virtual Assistant*	Віртуальний тьютор допомагає студентам планувати навчання та отримувати консультації	Оптимізація комунікації, підтримка безперервного навчання
Канада	Системи ШІ-оцінювання	Автоматизоване перевіряння письмових робіт і надання рекомендацій викладачам	Підвищення об’єктивності оцінювання, економія часу
Австралія	Інтеграція ШІ у *Moodle*	Плагіни аналізують активність студентів і надають персональні поради	Підвищення залученості студентів, індивідуальний підхід
Японія	Робот-тьютор *Pepper*	Веде інтерактивні заняття, реагує на емоції студентів	Зростання мотивації, розвиток соціально-комунікативних навичок
Німеччина	Система *AI Campus*	Національна платформа з відкритими курсами з ШІ, що адаптує матеріали під користувачів	Підвищення цифрової грамотності, розвиток індивідуальних компетенцій

Країна	Інтелектуальна технологія / приклад	Характеристика застосування	Основний ефект / результат
Франція	Платформа *OpenClassrooms*	Використовує алгоритми ШІ для супроводу навчальних програм і рекомендацій менторів	Персоналізація освітнього шляху, гнучкість навчання
Естонія	*eKool* та освітня аналітика	ШІ використовується для моніторингу успішності та комунікації між учнями, викладачами й батьками	Підвищення прозорості освітнього процесу, ефективна підтримка учнів
Україна	Платформа *Prometheus AI Tutor* (пілотні проєкти)	Елементи ШІ використовуються для адаптації контенту до потреб студентів і надання рекомендацій	Індивідуалізація навчання, розвиток цифрової освіти
Польща	*EduAI* у вишах	Системи аналітики для відстеження прогресу студентів і прогнозування ризиків неуспішності	Підвищення ефективності освітнього менеджменту
Нідерланди	*Adaptive Learning Systems*	Алгоритми формують персоналізовані завдання та оцінюють прогрес у реальному часі	Покращення академічних результатів, розвиток автономного навчання

Різні платформи та системи, що базуються на штучному інтелекті (ШІ), дозволяють адаптувати навчальний контент під рівень знань і стиль навчання кожного студента, забезпечують аналітику успішності, автоматизоване оцінювання та безперервну комунікацію між викладачами та учнями. Аналіз міжнародного досвіду показує, що інтеграція інтелектуальних технологій у навчальний процес сприяє підвищенню ефективності освіти, гнучкості та індивідуалізації навчання, а також розвитку цифрових компетенцій як студентів, так і викладачів. Водночас успішне впровадження таких систем потребує належної підготовки педагогів, технічного забезпечення та створення нормативно-етичних механізмів для захисту персональних даних.

Персоналізація навчання у вищій освіті вимагає застосування сучасних інтелектуальних технологій, здатних адаптувати навчальний контент, завдання та оцінювання до індивідуальних потреб студентів. Основні інструменти для цього поділяють на три групи: адаптивні платформи та рекомендаційні системи, інтелектуальні системи підтримки навчання та аналітика освітніх даних.

Адаптивні освітні платформи (Adaptive Learning Platforms) – це програмні середовища, які застосовують алгоритми штучного інтелекту (ШІ) для підбору навчальних ресурсів і завдань згідно з рівнем знань, стилем навчання та прогресом кожного студента, при цьому їхні

основні функції включають: визначення початкового рівня знань, автоматичне формування персоналізованих навчальних траєкторій, підбір завдань та додаткових ресурсів на основі попередніх результатів, а також надання рекомендацій щодо подальшого навчання. Системи рекомендацій дозволяють студентам обирати курси, навчальні матеріали або вправи, які найбільше відповідають їхнім потребам, інтересам і професійним цілям. Це створює умови для індивідуальної та ефективної організації навчального процесу.

Інтелектуальні системи підтримки навчання (Intelligent Tutoring Systems, ITC) – це інтерактивні програмні комплекси, які імітують роботу індивідуального викладача, забезпечуючи персоналізовану підтримку студента, і мають такі основні можливості: виявлення прогалин у знаннях та формування завдань для їх усунення, надання миттєвого зворотного зв'язку та пояснень, адаптація складності завдань до рівня студента, а також стимулювання самостійного навчання через інтерактивні сценарії та вправи. ITC підвищують ефективність навчання за рахунок того, що студент отримує індивідуальну підтримку у режимі реального часу, що особливо важливо при опануванні складних дисциплін.

Аналітика освітніх даних (Learning Analytics) – це методологія збору, обробки та аналізу даних про навчальну активність студентів, що використовується для прийняття обґрунтованих рішень щодо персоналізації навчання. Основні напрями її застосування включають: моніторинг прогресу й оцінку успішності студентів, прогнозування ризиків академічної неуспішності, визначення ефективності окремих навчальних ресурсів та методів, а також підтримку прийняття рішень викладачами щодо адаптації навчальних траєкторій. Аналітика освітніх даних дозволяє створити динамічний освітній процес, у якому контент і завдання коригуються на основі реальної поведінки та потреб студентів, що робить навчання максимально ефективним і персоналізованим.

Впровадження інтелектуальних технологій у вищій освіті набуває все більшого поширення у світі та в Україні (Табл. 2). Практичний досвід показує, що ефективність персоналізованого навчання значною мірою залежить від рівня цифровізації освітньої інфраструктури, компетентності викладачів і наявності підтримки з боку адміністрації університету. Світовий досвід характеризується глибокою інтеграцією інтелектуальних технологій (IT) у навчальні процеси, де головний акцент робиться на персоналізації, ефективності та автоматизації.

Таблиця 2.

Сфера застосування	**Приклади та Кейси**	**Вплив на навчання**
Адаптивне навчання	Платформи DreamBox, Smart Sparrow	Система динамічно змінює контент, завдання та темп

Сфера застосування	Приклади та Кейси	Вплив на навчання
	(використовується в університетах США та Австралії). ALEKS (математика, хімія).	навчання, забезпечуючи, що кожен студент досягає майстерності, а не просто проходить матеріал.
Аналітика успішності	Early Warning Systems (використовуються в багатьох великих університетах, наприклад, Університет Пердью, США).	ШІ-алгоритми аналізують дані про успішність, відвідуваність та активність на LMS (Learning Management System), прогнозуючи ризики відсіву (Discouragement) та автоматично сповіщаючи викладачів для вчасного втручання.
Віртуальні тьютори та боти	Чат-бот Jill Watson (Університет Джорджії, США). Duolingo (для вивчення мов).	Забезпечення цілодобового оперативного зворотного зв'язку та відповідей на типові запитання. Розвантаження викладачів від рутинної комунікації та підвищення інтенсивності мовної практики.
Автоматизоване оцінювання	Системи для оцінки есе на основі обробки природної мови (NLP).	Автоматична перевірка великої кількості письмових робіт, забезпечуючи швидкий та об'єктивний зворотний зв'язок студентам.

У світі численні університети активно інтегрують адаптивні освітні платформи та системи інтелектуальної підтримки навчання:

- Університет Стенфорда (США) використовує адаптивні платформи для курсів з комп’ютерних наук і інженерії, які підбирають завдання та навчальні ресурси під рівень знань студента, а також надають рекомендації щодо додаткового вивчення складних тем.
- Університет Карнегі-Меллон (США) впровадив Intelligent Tutoring Systems у навчання з математики та програмування, що дозволяє студентам отримувати індивідуальні пояснення та адаптивні завдання в режимі реального часу.
- Університет Оксфорда (Велика Британія) інтегрував Learning Analytics у дистанційні та змішані курси, що дозволяє викладачам прогнозувати успішність студентів і своєчасно втручатися для підтримки тих, хто відстає.

• Університет Техніон (Ізраїль) застосовує системи рекомендацій, які допомагають студентам обирати курси та навчальні матеріали відповідно до їхніх індивідуальних освітніх траєкторій і професійних інтересів.

Загалом зарубіжний досвід демонструє, що адаптивні та інтелектуальні системи здатні значно підвищити ефективність навчання, мотивацію студентів і точність оцінювання знань.

В Україні процес інтеграції інтелектуальних технологій у вищу освіту знаходиться на стадії активної цифровізації та пошуку оптимальних рішень, часто зіштовхуючись із проблемами інфраструктури та фінансування. Більшість українських ЗВО використовують системи управління навчанням (Moodle, Google Classroom). Хоча це не чисті ШІ-системи, на їх базі впроваджуються елементи Learning Analytics для моніторингу активності та успішності студентів. Деякі університети самостійно розробляють модулі для аналізу даних. В університетах зростає використання чат-ботів для адміністративних цілей (інформування про розклад, правила, процедури), що розвантажує деканати та викладачів від типових запитів. Українські викладачі активно впроваджують інтелектуальні ресурси зі світових платформ (Coursera, Prometheus), які мають вбудовані елементи адаптації контенту. Це часто відбувається на рівні окремих курсів, а не на системному рівні університет. Успіх впровадження значною мірою залежить від ініціативи викладачів, які використовують генеративний ШІ (наприклад, ChatGPT, Copilot) для створення навчальних матеріалів, тестів, планів уроків та персоналізованих сценаріїв.

Практичний досвід як у світі, так і в Україні, свідчить, що ефективність персоналізованого навчання визначається трьома взаємопов'язаними чинниками: по-перше, якістю цифрової інфраструктури , тобто наявність швидкого інтернету, потужних серверів та гнучкої LMS для підтримки ресурсомістких ШІ-алгоритмів); по-друге, цифровою компетентністю викладачів,здатністю педагогів не лише користуватися ІТ, але й аналізувати дані Learning Analytics та виступати наставником у новому освітньому середовищі і по-третє, адміністративною підтримкою, яка полягає у забезпеченні фінансування, розробці етичних норм для роботи з даними студентів та стратегічній готовності закладу до масштабного впровадження технологій.

Впровадження інтелектуальних технологій у вищу освіту створює значні можливості для персоналізації, але супроводжується низкою викликів, які можна поділити на три групи: технічні, що включають обмеженість цифрової інфраструктури, потребу у високошвидкісному інтернеті та складність інтеграції ШІ-систем з наявними LMS; педагогічні, які вимагають підвищення цифрових компетентностей викладачів, зміни їхньої ролі на наставницьку та

забезпечення балансу між автоматизацією і керівництвом; та організаційні, зумовлені потребою у розробленні стратегій інтеграції, необхідністю фінансових вкладень у технології та подоланням опору змінам серед персоналу.

Застосування ШІ в освіті створює низку етичних та правових викликів: Етичні аспекти вимагають забезпечення конфіденційності та безпеки персональних даних студентів, уникнення алгоритмічної упередженості, яка може створювати нерівні умови, та підтримки академічної доброчесності шляхом запобігання шахрайству. Правові аспекти зобов'язують дотримуватися національних та міжнародних норм щодо обробки персональних даних, забезпечувати відповідність освітніх платформ вимогам авторського права та ліцензування матеріалів, а також регулювати взаємодію всіх учасників процесу з системами ШІ згідно із законодавчими вимогами. Отже, для ефективного впровадження інтелектуальних технологій у персоналізоване навчання потрібен комплексний підхід. Він має охоплювати технічну модернізацію, підготовку викладачів, організаційну підтримку, а також суворе дотримання етичних і правових норм. Лише тоді ІТ стануть безпечним і дієвим засобом для підвищення якості освіти та розвитку студентських компетентностей.

Сучасна вища освіта стрімко рухається шляхом цифровізації та інтеграції інтелектуальних технологій, що відкриває нові можливості для персоналізованого навчання. Подальший розвиток у цій галузі вимагає комплексної трансформації: створення адаптивних екосистем, розвитку цифрових компетентностей та включення технологій у стратегії сталого розвитку університетів.

Моделі адаптивних освітніх екосистем – це інтегровані системи, які об'єднують навчальні платформи, інтелектуальні алгоритми, аналітику та ресурси для забезпечення персоналізованого навчання, і характеризуються такими основними рисами: гнучкість і динамічність, яка полягає у автоматичній адаптації контенту та завдань під потреби студента; інтеграція різних технологій, що включає в себе поєднання адаптивних платформ, ІТС, Learning Analytics та систем рекомендацій); підтримка колаборативного навчання для створення віртуальних спільнот для обміну знаннями та орієнтація на результат, на досягнення конкретних компетентностей через персоналізовані траєкторії.

Ефективне застосування інтелектуальних технологій вимагає високого рівня цифрових компетентностей як у викладачів, які повинні вміти працювати з адаптивними платформами, аналізувати дані та розробляти персоналізовані траєкторії, так і у студентів, яким потрібні навички самостійного навчання, критичного оцінювання інформації та активної участі у змішаних формах. Розвиток цих компетентностей створює синергію між викладачем і

студентом, де технології виступають інструментом підтримки, а не заміною персоналізованого навчання.

Інтеграція інтелектуальних технологій у стратегії сталого розвитку вищої освіти передбачає: раціональне використання ресурсів, тобто зменшення потреби в друкованих матеріалах та зниження енергоспоживання, сталий розвиток персоналу та студентів у вигляді постійного цифрового навчання та підвищення кваліфікації, підвищення конкурентоспроможності закладів завдяки технологічній привабливості та соціальну інклюзію і доступність освіти, використовуючи персоналізовані платформи для студентів із різними можливостями та обмеженнями.

Таким чином, розвиток інтелектуальних технологій у сфері персоналізованого навчання відкриває можливості для створення адаптивних, ефективних і сталих освітніх екосистем. Ці екосистеми забезпечують цілеспрямований розвиток компетентностей студентів, оптимізують робочий час викладачів і сприяють стійкому розвитку вищої освіти в умовах сучасної цифрової економіки.

Розглянемо також можливості використання штучного інтелекту при викладанні нормативної математичної дисципліни. Лекції нормативної математичної дисципліни проходять спільно для студентів різних спеціальностей, і приклади, підготовлені лектором при поясненні теоретичного матеріалу, стосуються лише однієї з них або взагалі відсутні. За допомогою додатків доповненої реальності штучний інтелект може покращити викладання математики. ШІ допоможе застосувати математичні поняття, накладаючи цифрову інформацію на реальне середовище, роблячи абстрактні ідеї більш відчутними та зрозумілими для студентів. Наприклад, студенти можуть використовувати для дослідження 3D-моделей математичних понять, розвиваючи глибше навчання та просторове мислення. Прикладами додатків AR є Google Expeditions, Quiver та Anatomy 4D[17]. Проведення практичних занять математичних дисциплін повинні сприяти вирішенню поставлених завдань і розвитку критичного мислення. Доцільно було б використовувати інтерактивні навчальні середовища[18]. Застосування на практичних математичних заняттях ChatGPT дає можливість швидко придумати приклад для певної математичної формули чи моделі або стати ресурсом для швидкого пошуку та генерації завдань[19].

[17] Akter, S., McCarthy, G., Sajib, S., Michael, K., Dwivedi, Y. K., D'Ambra, J., & Shen, K. N. (2021). Algorithmic bias in data-driven innovation in the age of AI. International Journal of Information Management, 60, 102387.
[18] Bennani, S., Maalel, A., & Ben Ghezala, H. (2022). Adaptive gamification in Elearning: A literature review and future challenges. Computer Applications in Engineering Education, 30(2), 628-642.
[19] Opesemowo, O.a.G.; Ndlovu, M. Artificial intelligence in mathematics education: The good, the bad, and the ugly. *J. Pedagog. Res.* 2024, *8*, 333–346. https://www.ijopr.com/download/artificial-intelligence-in-mathematics-education-the-good-the-bad-and-the-ugly-14735.pdf

Слід відмітити, що використання викладачами та студентами програми дистанційного навчання, Moodle, полегшила їх роботу не лише в період коронавірусу. Moodle значно скорочує час викладача на перевірку знань студента, дає можливість двостороннього спілкування, проведення занять і консультувань в режимі реального часу. Використання математичних знань у різних спеціальностях вимагає критичного і креативного мислення який відсутній в штучному інтелекті. Штучний інтелект може лише виявляти закономірності та оптимізацію. Складні моделі штучного інтелекту надають рішення без особливих обґрунтувань, і студент не завжди може зрозуміти логіку розв'язання. При перевірці завдань ШІ керується заданим алгоритмом, і якщо студент мислив креативно, може виявити «помилку». Слід зазначити, використовуючи потенціал штучного інтелекту в математичній освіті, надзвичайно важливо враховувати етичні міркування та сприяти прозорості та справедливості.

Підсумовуючи вище наведене, можна чітко виділити позитивні сторони: індивідуалізоване навчання, адаптивне оцінювання, інтерактивні навчальні середовища, автоматизація оцінювання, зворотний зв'язок у реальному часі, додатки доповненої реальності; та недосконалі сторони: відсутність креативності та навичок вирішення проблем, нездатність пояснити міркування, надмірний акцент на обчислювальних навичках, відсутність емоційного інтелекту; що впливає на засвоєння матеріалу студентами.

Висновки

Персоналізоване навчання є ефективним підходом у вищій освіті, оскільки воно враховує індивідуальні особливості студентів такі, як знання, навички, стиль і мотивацію, що безпосередньо підвищує результативність навчального процесу та сприяє розвитку їхніх компетентностей. Інтелектуальні технології такі, як адаптивні освітні платформи, системи рекомендацій, інтелектуальна підтримка навчання та освітня аналітика – забезпечують ефективну персоналізацію процесу, автоматизують оцінювання та дозволяють оперативно коригувати навчальні траєкторії. Проаналізовано практичний досвід зарубіжних і вітчизняних закладів вищої освіти, який свідчить про високу ефективність використання інтелектуальних технологій, проте його впровадження потребує належної цифрової інфраструктури, компетентності викладачів та підтримки адміністрації. Досвід зарубіжних і вітчизняних закладів вищої освіти засвідчує значну ефективність використання інтелектуальних технологій, проте їхнє впровадження вимагає дотримання ключових умов: наявності відповідної цифрової інфраструктури, високого рівня компетентності професорсько-викладацького складу та систематичної підтримки адміністрації. Подальший розвиток інтелектуальних

технологій у персоналізованому навчанні спрямований на створення адаптивних освітніх екосистем, розвиток цифрових навичок усіх учасників процесу та інтеграцію цих інструментів у стратегії сталого розвитку вищої освіти. Це дозволить гарантувати високу ефективність, доступність і якість навчання в умовах цифрової трансформації.

Інтелектуальні технології не лише доповнюють традиційне навчання, а й стають основою для переходу до персоналізованої освіти. Їх ефективність залежить від синергії трьох ключових складових: технологічної готовності, тобто запровадження ШІ-системи та аналітики, педагогічної майстерності у ролі компетентного викладача-наставника та етичної відповідальності у вигляді захисту даних і прозорості алгоритмів. Лише за умови комплексного та свідомого впровадження, інтелектуальні технології стануть надійним і безпечним інструментом, що забезпечить українським університетам конкурентоспроможність, а студентам – якісну освіту, орієнтовану на їхній особистий потенціал і потреби цифрової економіки.

Список використаних джерел

Аламрі Х., Лоуелл В., Вотсон В., Вотсон С.Л. 2020 Використання персоналізованого навчання як навчального підходу для мотивації учнів у вищій освіті онлайн: самовизначення учня та внутрішня мотивація. *Journal of Research on Technology in Education,* 52 (3), pp. 322-352. . https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1728449

Бобро Н. Штучний інтелект як стратегічний ресурс діджиталізації вищої освіти. *Наука та перспективи*. 2025. . https://doi.org/10.52058/2695-1592-2025-5(48)-10-17

Національна стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні на 2021-2030 роки. Київ: Інститут проблем штучного інтелекту, 2021. https://www.google.com/search?q=Національна+стратегія+розвитку+штучного+інтелекту+в+Україні+на+2021-2030+роки.+Київ%3A

Панухник О. Штучний інтелект в освітньому процесі та наукових дослідженнях здобувачів вищої освіти: відповідальні межі вмісту ШІ. *Галицький економічний вісник.* № 4 (83). 2023. С. 202-211 https://doi.org/10.33108/galichianvisnyk_tntu2023.04

Папач О., Горожанкіна О., Різак Г. Аналіз ролі штучного інтелекту у впровадженні диференційованого підходу до навчання. Педагогічна академія: наукові записки. 2024. No10. С. 1–26. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.13827888.

Про схвалення Концепції розвитку:штучного інтелекту в Україні: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 02.12.2020 № 1556-р. URL: https://zakon/rada/gov/ua/laws/show/1556-2020-%D1%80#Text

Руська Р., Алілуйко А., Пласконь С., Новосад І. Прогнозування кількості закладів вищої освіти відносно факторів сьогодення. Економічний аналіз. 2020. Том *30*(3). С. 127-137. URL:https://www.econa.org.ua/index.php/econa/article/view/1812

Саган О.В. Організація персоналізованого навчання за допомогою штучного інтелекту. *Зб. наук. праць Педагогічні науки. Секція 2. Теорія і практика навчання.* 2025 С. 37-43. https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865-2024-108-6

Сахно Л. А. Штучний інтелект у закладах вищої освіти: проблеми та перспективи. Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти: збірник науковометодичних праць. *Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. Вип. 27. С. 340-350

Снісаренко В.Д. Психологічні особливості використання штучного інтелекту в освітньому процесі. *Наукові записки.* Вип. 2 (28). 2025.С. 139-144.

AI-Omari M.H. Developing explainable AI methods for predictive analytics and prognostics. 2024. edit.elte.hu

Akter, S., McCarthy, G., Sajib, S., Michael, K., Dwivedi, Y. K., D'Ambra, J., & Shen, K. N. (2021). Algorithmic bias in data-driven innovation in the age of AI. International Journal of Information Management, 60, 102387. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102387

Baker J.A. Artificial intelligence in education: Bringing it all together. *In OECD digital education outlook.* 2021. *Pushing the frontiers with AI, blockchain, and robotics*, pp. 43-56. OECD Library.

Bennani, S., Maalel, A., & Ben Ghezala, H. (2022). Adaptive gamification in E‐learning: A literature review and future challenges. Computer Applications in Engineering Education, 30(2), 628-642. https://doi.org/10.1002/cae.22477

Bobro N. Effectiveness of artificial intelligence usage in the educational process. *Наука і техніка сьогодні.* 2023. № 14 (28). С. 168-174. DOI : https://doi.org/52058/2786-6025-2023-14(28)-168-174

Edtech. (2020) Successful AI examples in higher education that can inspire our future. *EdTech Magazine*. Available online: https://edtechmagazinecom/higher-education-can-inspire-our-future?utm source=chatgpt.com

Folder R.M., Soloman B.A. Learning Styles and Strategies. 2000. learningstyles.webtools.ncsu.edu

Gunavardena M., Bishop P., Aviruppola K. 2024 Personalized learning: The simple, the complicated, the complex and the chaotic. Teaching and Teacher Education. . https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104429

Hennekeuser D., Vaziri D., Golshinfar D., Schreiber D., Stevens G. 2024.Enlarged education – Exploring the use of generative AI to support lecturing in higher education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 1-33.

Mohammad A.S., AI-Kaltakcchi, AI-Ani J.A., Chambers J.A. Comprehensive evaluations of student performance estimation via machine learning.*Mathematics.* 11 (14). 2023.

Opesemowo, O.a.G.; Ndlovu, M. Artificial intelligence in mathematics education: The good, the bad, and the ugly. *J. Pedagog. Res.* 2024, *8*, 333–346. https://www.ijopr.com/download/artificial-intelligence-in-mathematics-education-the-good-the-bad-and-the-ugly-14735.pdf

Recommendation of the Council on Artificial Intelligence OECD/LEGAL/0449.. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD).2019. URL: https://legalinstruments.pecd.org/en/instruments/ OECD/LEGAL/0449

Vieriu A., Petrea G. The impact of Artificial Intelligence (AI) on Student's Academic Development. *Educational Sciences.* 2025. Vol 15, Issue 3, 343 DOI : https://doi.org/10.3390/educsci15030343

Abstract

The article focuses on the issue of theoretical foundations and practical approaches to the use of intelligent technologies as an effective tool for personalized learning in the higher education system, as well as to determine their impact on improving quality educational process, development of individual educational trajectories of students and professional level of the future specialists. Personalized learning is an effective approach in higher education, as it takes into account individual characteristics of students, such as knowledge, skills, style and motivation, which directly increases the effectiveness of the learning process and contributes to the development of their competencies. Intelligent technologies, such as adaptive educational platforms, recommendation systems, intelligent learning support and educational analytics, provide effective personalization of the process, automate assessment and allow for prompt adjustment of learning trajectories.

Scientific research of intelligent technologies and practical applying of artificial intelligence in the educational process in higher educational institutions and universities were analyzed by authors. Scope of application of Adaptive Learning Systems, Learning Analytics, Automation of assessment and feedback between tutors and students, Virtual tutors and chat-bots, their impact on learning, examples and cases were considered in the issue.

Intelligent technologies become the basis for the transition to personalized education. Their effectiveness depends on the synergy of three key components: technological readiness, the introduction of AI systems and analytics, pedagogical skills in the role of a competent teacher-mentor, and ethical responsibility in the form of data protection and algorithm transparency.

Keywords: intelligent technologies; personalized learning; artificial intelligence; adaptive learning environment; digitalization of education; educational data analytics; individual educational trajectory; higher education; educational platforms; digital competencies.

Streszczenie

Artykuł koncentruje się na zagadnieniu teoretycznych podstaw i praktycznych podejść do wykorzystania inteligentnych technologii jako skutecznego narzędzia spersonalizowanego uczenia się w systemie szkolnictwa wyższego, a także na określeniu ich wpływu na poprawę jakości procesu kształcenia, kształtowanie indywidualnych ścieżek edukacyjnych studentów oraz poziom zawodowy przyszłych specjalistów. Spersonalizowane uczenie się jest skutecznym podejściem w szkolnictwie wyższym, ponieważ uwzględnia indywidualne cechy studentów, takie jak wiedza, umiejętności, styl i motywacja, co bezpośrednio zwiększa efektywność procesu uczenia się i przyczynia się do rozwoju ich kompetencji. Inteligentne technologie, takie jak adaptacyjne platformy edukacyjne, systemy rekomendacji, inteligentne wsparcie uczenia się i analityka edukacyjna, zapewniają skuteczną personalizację procesu, automatyzują ocenę i pozwalają na szybką korektę ścieżek uczenia się.

Autorzy przeanalizowali badania naukowe nad inteligentnymi technologiami i praktycznym zastosowaniem sztucznej inteligencji w procesie kształcenia w szkołach wyższych i na uniwersytetach. W numerze omówiono zakres zastosowania adaptacyjnych systemów uczenia się, analityki uczenia się, automatyzacji oceny i sprzężenia zwrotnego między tutorami a studentami, wirtualnych tutorów i chatbotów, ich wpływ na uczenie się, przykłady i studia przypadków.

Inteligentne technologie stają się podstawą przejścia na edukację spersonalizowaną. Ich skuteczność zależy od synergii trzech kluczowych komponentów: gotowości technologicznej, wdrożenia systemów sztucznej inteligencji i analityki, umiejętności pedagogicznych w roli kompetentnego nauczyciela-mentora oraz odpowiedzialności etycznej w postaci ochrony danych i przejrzystości algorytmów.

Słowa kluczowe: inteligentne technologie; spersonalizowane uczenie się; sztuczna inteligencja; adaptacyjne środowisko uczenia się; digitalizacja edukacji; analiza danych edukacyjnych; indywidualna ścieżka edukacyjna; szkolnictwo wyższe; platformy edukacyjne; kompetencje cyfrowe.

Автори

Лесик Оксана Федорівна – кандидат фізико-математичних, доцент, доцент кафедри прикладної математики, Західноукраїнський національний університет.

Пласконь Світлана Андріївна – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри прикладної математики, Західноукраїнський національний університет.

Руська Руслана Василівна – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри прикладної математики, Західноукраїнський національний університет.

Семененко Ю.С.
PhD, старший викладач кафедри
економічної кібернетики та інформатики
Західноукраїнського національного університету
ORCID ID: 0009-0000-8334-9766

ТЕХНОЛОГІЇ ЦИФРОВОЇ ВЗАЄМОДІЇ В ПЕДАГОГІЦІ. ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГРАМУВАННЯ, АНАЛІТИКА, БЛОКЧЕЙН ТА ВІДКРИТІ ДАНІ

Сучасна освіта переживає період глибокої цифрової трансформації, у межах якої змінюється не лише форма передачі знань, а й формат взаємодії між усіма учасниками освітнього процесу. Комунікація, що раніше ґрунтувалася на безпосередньому контакті, дедалі більше переміщується у віртуальний простір, де інформація циркулює з високою швидкістю, а кожен елемент освітньої системи залишає цифровий слід. Це створює нові можливості для розвитку педагогічної практики, але водночас породжує потребу в осмисленні технологій цифрової взаємодії як окремого соціально-технологічного явища.

Актуальність теми визначається тим, що цифровізація освітньої діяльності вимагає не лише технічного оновлення, а й переосмислення принципів комунікації, довіри та підзвітності. В умовах інформаційного перевантаження педагогічна взаємодія має опиратись на прозорі механізми обміну даними, які гарантують достовірність інформації, рівність доступу до ресурсів і можливість перевірки освітніх результатів. Саме технології програмування, аналітики, блокчейну та відкритих даних утворюють фундамент нової моделі освітньої взаємодії, у якій комунікація поєднується з інтелектуальною обробкою даних і забезпечує ефект довіри, раціональності та прозорості.

Особливо важливим це питання стає у контексті змін педагогічної культури. Викладач перестає бути єдиним джерелом знань, натомість виступає фасилітатором у цифровому середовищі, де студент взаємодіє з даними, алгоритмами й інтерфейсами. Ця зміна ролей вимагає формування нових компетентностей – цифрової грамотності, аналітичного мислення, здатності працювати з відкритими інформаційними потоками. Усе це перетворює цифрову взаємодію на важливу педагогічну категорію, що визначає не лише ефективність навчання, а й характер соціальної комунікації в освітньому просторі.

Технології аналітики та відкритих даних створюють передумови для глибшого розуміння освітнього процесу. Вони дають змогу досліджувати поведінкові моделі студентів, виявляти фактори успішності, прогнозувати результати навчання. На основі таких даних формується нова система прийняття педагогічних рішень, що ґрунтується не на інтуїції, а на

доказовій аналітиці. Водночас блокчейн-технології відкривають перспективу для децентралізованого зберігання інформації про досягнення, що забезпечує стабільність, прозорість і довіру в академічних відносинах.

Дослідження актуальне й тим, що цифрова взаємодія стає простором формування соціальної відповідальності. Освітня комунікація, реалізована через відкриті технології, сприяє створенню середовища рівних можливостей, у якому доступ до знань не обмежується статусом чи географією. Проте зростає потреба в балансі між відкритістю та захистом особистих даних, між свободою інформаційного обміну і педагогічною етикою.

Дослідження технологій цифрової взаємодії в педагогіці є важливою потребою сучасного наукового дискурсу. Воно дозволяє осмислити не лише технічні інновації, а й нову соціальну природу освітньої комунікації, яка стає базовим чинником формування довіри, транспарентності та ефективності освітнього середовища.

Мета дослідження полягає у теоретичному та прикладному обґрунтуванні ролі цифрових технологій у формуванні педагогічної взаємодії. Дослідження розкриває, як технології програмування, аналітики, блокчейну та відкритих даних створюють основу нової педагогічної моделі. У центрі цієї моделі перебуває прозора, підзвітна та надійна система комунікації між усіма учасниками освітнього процесу.

Завдання дослідження спрямовані на визначення закономірностей цифрової взаємодії в освіті. Завданням є також опис функціональних можливостей цифрових рішень і розроблення узагальненої моделі, що відображає взаємозв’язок між технологічним середовищем і педагогічними процесами.

Вивченням питання використання цифрових технологій в освіті займається велика кількість Українських та Європейських вчених. Олександр Ляшенко, Олег Спінін, Світлана Литвинова, Ольга Пінчук, Оксана Овчарук та Аліса Сухих досліджують концептуальні основи цифровізації освітнього середовища у закладах освіти[1]. Ірина Мігус досліджує використання блокчейну в освітньому менеджменті[2]. Проте питання використання технологій цифрової взаємодії в педагогіці вимагає подальшого дослідження та вивчення.

Наукова новизна дослідження у визначенні цифрової взаємодії як комплексного педагогічного явища, у якому поєднано технологічну, комунікаційну та аналітичну складові.

[1] O. Liashenko, O. Spirin, S. Lytvynova, O. Pinchuk, O. Ovcharuk, and A. Sukhikh, “Conceptual fundamentals for the digitalisation of the educational environment in general secondary education institutions”, ITLT, vol. 102, no. 4, pp. 1–25, Sep. 2024

[2] Mihus, I. (2020). The main areas of the blockchain technology using in educational management. Economics, Finance and Management Review, (4), 84–88

У дослідженні сформовано нове бачення педагогічного процесу як системи, що діє за принципами цифрової відкритості, достовірності та автоматизованого контролю.

Педагогічна комунікація завжди була основою навчального процесу, адже саме через неї здійснюється передача знань, формування цінностей і розвиток мислення. У традиційній моделі освіти комунікація мала безпосередній характер і ґрунтувалася на усному діалозі між викладачем і студентом. Таке спілкування формувало атмосферу довіри, але водночас обмежувало швидкість обміну інформацією та доступ до знань поза межами аудиторії. Знання сприймалися як стабільна система, а комунікація - як процес передачі вже сформованої істини.

Із розвитком друкованих і аудіовізуальних засобів педагогічна комунікація набула нових форм. З'явилися дидактичні матеріали, навчальні фільми, телепередачі, які розширили канали впливу педагога. Проте навіть у цьому форматі вона залишалася односторонньою – учень залишався споживачем знань, а не активним учасником інформаційного процесу. Комунікаційна модель освіти зберігала ієрархічність і лінійність, а головним завданням було не діалог, а трансляція навчального змісту.

Перелом настав із появою персональних комп'ютерів і мережевих технологій. Інтернет створив передумови для інтерактивної взаємодії, у якій кожен учасник освітнього процесу отримав можливість не лише сприймати, а й створювати інформацію. Комунікація почала перетворюватися на мережеву структуру, де знання формується у спільній діяльності. Це зруйнувало монополію викладача як єдиного носія інформації та перетворило його на модератора навчального процесу.

Цифрове середовище докорінно змінило природу педагогічної комунікації. Вона стала багатоканальною, асинхронною та глобальною. Освітня взаємодія перестала обмежуватися простором і часом. Завдяки електронним платформам, соціальним мережам і системам управління навчанням комунікація набула рис гнучкої системи, що поєднує особисте спілкування, штучний інтелект і аналітику даних.

Нині педагогічна комунікація інтегрує елементи гейміфікації, адаптивного навчання, інтелектуальних порадників. Замість лінійної передачі інформації відбувається динамічний обмін знаннями між усіма учасниками процесу. Цифрова педагогіка перетворює навчання на відкритий комунікаційний простір, де інформація циркулює у вигляді даних, взаємодій і аналітичних зв'язків.

Еволюція педагогічної комунікації – це не лише технічна зміна засобів, а зміна парадигми мислення. Освіта переходить від моделі контролю до моделі партнерства, від монологу до діалогу, від ізольованих аудиторій до цифрових спільнот. Така трансформація

створює нову педагогічну культуру, у центрі якої стоїть не просто передача знань, а співтворення змісту через цифрові механізми взаємодії.

Цифрова педагогіка формує новий тип соціальної взаємодії, у якому комунікація стає не лише засобом передачі знань, а основою соціального зв'язку. У цьому середовищі навчання перестає бути ізольованим процесом і перетворюється на форму колективної діяльності, де учасники створюють, обмінюються та осмислюють інформацію спільно. Комунікація набуває властивостей соціальної мережі, у якій знання формується не вертикально, а горизонтально – через співпрацю, діалог і постійний обмін думками.

Соціальна природа цифрової педагогіки проявляється в тому, що взаємодія між учасниками навчання стає іншою. Традиційна ієрархія між викладачем і студентом поступається місцем комунікації. У цифровому просторі кожен учасник має право бути джерелом інформації, експертом або модератором. Ця зміна структури взаємин посилює довіру, підвищує рівень участі та створює відчуття спільної відповідальності за результат.

Комунікаційна складова цифрової педагогіки визначається швидкістю обміну, обсягом інформації та можливістю миттєвого зворотного зв'язку. Соціальні платформи, освітні месенджери, віртуальні класи формують нові канали взаємодії, де комунікація відбувається не лише між людьми, а й між людиною і технологічною системою. Це змінює саму логіку освітнього спілкування, бо в ньому з'являється алгоритмічний посередник – штучний інтелект, що аналізує дії користувачів, персоналізує контент і впливає на динаміку спілкування.

Соціально-комунікаційна природа цифрової педагогіки також проявляється у створенні спільнот. Освітній процес виходить за межі конкретного закладу й охоплює глобальні мережі, у яких студенти різних країн працюють над спільними проектами. Такі комунікаційні практики змінюють уявлення про освітню взаємодію – навчання стає соціальним досвідом, а не лише індивідуальною діяльністю. Це сприяє формуванню навичок колаборації, критичного мислення та цифрової етики.

У цифровій педагогіці комунікація стає механізмом соціалізації. Через неї відбувається інтеграція особистості в професійне середовище, формування громадянської позиції та цінностей відкритості. Комунікаційна активність набуває соціальної значущості, оскільки створює інформаційний простір, де кожна дія фіксується, аналізується й може бути використана для вдосконалення освітнього процесу.

Цифрова педагогічна взаємодія є не лише технологічним процесом, а соціально-комунікаційною системою, у якій поєднуються знання, етика, емоції та технології. Вона формує нову якість соціальних відносин в освіті – прозору, інтерактивну й адаптивну. У цьому

середовищі комунікація стає основою соціального капіталу, що визначає ефективність навчання та рівень довіри між усіма учасниками педагогічного процесу.

Сучасна освіта функціонує в умовах, коли довіра і відповідальність стають головними критеріями якості. Транспарентність і відкритість визначають не лише організаційні стандарти, а й культуру взаємодії всередині освітнього середовища. Принцип транспарентності означає доступність інформації про всі етапи навчального процесу, про методи оцінювання, ресурси, результати й управлінські рішення. Він створює основу для чесної комунікації між викладачем, студентом і суспільством. Відкритість, у свою чергу, означає готовність системи до діалогу, до спільного формування змісту освіти та використання відкритих знань як колективного надбання.

Транспарентність формує довіру. Коли навчальні цілі, критерії оцінювання та академічні результати є зрозумілими й доступними, зникає простір для маніпуляцій і неформальних рішень. Студент розуміє, як формується його оцінка, і має можливість перевірити логіку освітнього процесу. Викладач отримує інструмент для аргументованого зворотного зв'язку, а адміністрація – для об'єктивного контролю. Цифрові технології роблять цей принцип практичним – електронні журнали, системи аналітики, публічні звіти забезпечують прозорість дій і результатів.

Принцип відкритості проявляється у поширенні доступу до навчальних ресурсів і знань. Освітні платформи, масові онлайн-курси, відкриті бібліотеки створюють умови, за яких знання перестає бути привілеєм. Відкрита освіта розширює межі навчального простору, дає змогу кожному брати участь у формуванні освітнього змісту. Вона ґрунтується на ідеї співтворення, де учасники не лише споживають знання, а й створюють нові матеріали, діляться досвідом і вдосконалюють методики.

Транспарентність і відкритість взаємопов'язані. Відкритість без прозорості стає формальною, а прозорість без відкритості – контрольованою. У цифровій освіті ці принципи поєднуються в єдину систему, де технології виконують функцію гаранта довіри. Аналітичні панелі, відкриті бази даних, блокчейн-реєстри забезпечують можливість перевірки інформації та зменшують ризик фальсифікацій. Такі інструменти створюють підґрунтя для формування академічної доброчесності як постійної практики.

Відкритість також визначає етичний вимір педагогіки. Вона формує культуру діалогу, де цінуються різні думки, визнається інтелектуальна власність і підтримується свобода академічного обміну. Освітні установи, які діють за принципами відкритості, стають просторами взаємної підтримки та спільного розвитку. Це сприяє появі інновацій і зміцнює суспільну довіру до системи освіти.

Транспарентність і відкритість є не лише адміністративними принципами. Вони становлять моральну й технологічну основу сучасної освіти. Ці принципи формують середовище, де комунікація є чесною, знання доступним, а взаємодія – рівноправною. У такому середовищі освіта перестає бути замкненою системою і перетворюється на відкритий простір для розвитку особистості та суспільства.

Цифрова культура є основою сучасної педагогічної взаємодії. Вона визначає спосіб мислення, поведінку та цінності всіх учасників освітнього процесу. Якщо традиційна педагогіка спиралася на мовну й соціальну культуру, то цифрова доба створює нову форму комунікативної грамотності. У ній викладач і студент повинні не лише володіти технологічними навичками, а й розуміти етичні, інформаційні та когнітивні аспекти спілкування у цифровому середовищі.

Цифрова культура перетворює педагогічну комунікацію на багаторівневий процес. Вона формує здатність орієнтуватися в інформаційних потоках, критично оцінювати джерела, захищати персональні дані й дотримуватися принципів академічної доброчесності. У середовищі, де інформація доступна миттєво, а межі між приватним і публічним стираються, цифрова культура стає гарантією етичності та відповідальності. Вона формує усвідомлене ставлення до інформації як до ресурсу, який потрібно не лише використовувати, а й осмислювати.

Для викладача цифрова культура означає здатність поєднувати педагогічну майстерність із технологічними інструментами. Вона допомагає створювати інтерактивні середовища, будувати діалог на основі довіри, використовувати дані для аналітики й адаптації навчального процесу. Комунікація стає двосторонньою і динамічною. Викладач більше не контролює кожен крок студента, а підтримує його в самостійному пошуку знань. Цей підхід розвиває партнерські відносини, у яких технологія слугує посередником, а не бар'єром.

Для студента цифрова культура відкриває можливість активної участі у формуванні навчального простору. Вона формує здатність самостійно будувати інформаційні маршрути, взаємодіяти з цифровими системами, створювати контент і брати участь у спільнотах знань. У цьому середовищі студент переходить від ролі пасивного слухача до ролі співавтора освітнього процесу. Такий зсув формує новий рівень комунікативної відповідальності та самоконтролю.

Цифрова культура також створює спільні стандарти комунікації. Вона визначає етикет цифрової взаємодії, правила онлайн-дискусій, норми поведінки у віртуальних середовищах. Такі стандарти важливі для формування безпечного й толерантного освітнього простору. Коли

всі учасники володіють цифровою культурою, зникають бар'єри між поколіннями, спеціальностями чи соціальними групами. Освітній процес стає інклюзивним і гнучким.

Цифрова культура є не допоміжним елементом, а центральною умовою розвитку педагогічних комунікацій. Вона визначає якість взаємодії, рівень довіри й ефективність навчання. Освітня система, що розвиває цифрову культуру, формує не лише компетентного фахівця, а й відповідального комунікатора, здатного діяти у відкритому інформаційному суспільстві.

Цифровізація змінює природу довіри. У традиційному освітньому процесі довіра базувалася на особистому спілкуванні та репутації викладача. У цифровій освіті вона формується через прозорість, стабільність і достовірність інформації. Коли система зберігає дані про навчальні результати, процеси оцінювання й академічну активність, довіра переноситься з особистого рівня на системний. Освітня платформа стає посередником між людьми, тому її етичність і надійність стають критично важливими. У такому контексті цифрова етика включає чесність, відповідальність, захист даних і повагу до інтелектуальної власності.

Академічна доброчесність у цифровому середовищі набуває нових форм. Вона вже не зводиться лише до недопущення плагіату чи фальсифікацій. Вона охоплює питання коректності використання даних, прозорості алгоритмів і обґрунтованості автоматизованих рішень. Порушення доброчесності може виникати не лише через дії студента чи викладача, а й через упередженість у системах аналітики або неточність штучного інтелекту. Тому цифрова доброчесність передбачає критичне ставлення до технологічних рішень і контроль за їхнім впливом на освітній процес.

Цифрове середовище підсилює значення педагогічної відповідальності. Кожен учасник процесу має усвідомлювати, що будь-яка дія залишає цифровий слід. Прозорість даних підвищує рівень контролю, але водночас вимагає етичного підходу до їх використання. Викладач має не лише навчати, а й показувати приклад етичної поведінки у цифровому просторі. Це включає повагу до конфіденційності студентів, об'єктивність у використанні аналітичних даних і чесність у цифровій комунікації.

Довіра стає ключовим елементом цифрової педагогіки. Вона виникає там, де система діє стабільно, а учасники розуміють її принципи. Технології, що забезпечують прозорість, підсилюють довіру, але лише тоді, коли супроводжуються людською етикою. Без моральної основи цифровізація перетворюється на контрольний механізм, що знижує свободу та ініціативу. Етичний баланс між відкритістю і приватністю є необхідною умовою збереження довіри.

Цифровізація формує нову педагогічну етику, у якій технічна раціональність поєднується з моральною свідомістю. Вона змінює критерії доброчесності, посилює вимоги до прозорості й відповідальності та створює підґрунтя для нової культури довіри. У такій системі технологія не замінює етику, а розширює її межі, роблячи чесність і повагу до знань невід'ємними рисами цифрового освітнього середовища.

Цифрова педагогіка розвивається на основі програмних технологій, які забезпечують створення, управління та підтримку освітніх процесів. Якщо попередній етап розвитку освіти визначався переходом до відкритої комунікації, то тепер ключову роль відіграє технологічна структура, що забезпечує цю комунікацію. Освітній процес стає частиною цифрової екосистеми, у якій кожен елемент – від навчального контенту до оцінювання реалізований через програмні рішення.

Технології програмування формують логіку сучасної освіти. Вони визначають способи створення навчального середовища, обробки даних і підтримки взаємодії між учасниками. У системі цифрової педагогіки виділяють кілька взаємопов'язаних блоків технологій (рис.1):

1. Базові технології програмування. Це ядро цифрової інфраструктури, що забезпечує створення освітніх платформ і вебінтерфейсів. Основу становлять мови програмування Python, JavaScript, Java, C#, PHP. На їх базі функціонують середовища Node.js, React, Django, Spring, що формують архітектуру освітніх сервісів.

2. Платформні технології цифрової освіти**.** Вони забезпечують практичне застосування педагогічних принципів. До них належать системи керування навчанням Moodle, Canvas, Open edX, Google Workspace for Education. Ці платформи працюють на основі попередніх мов програмування, реалізуючи логіку курсу, систему авторизації, оцінювання й аналітику активності.

3. Аналітичні та інтеграційні технології. Вони відповідають за обробку навчальних даних, відстеження динаміки успішності та взаємодію між компонентами освітнього середовища. Використовуються API-інтерфейси (REST, GraphQL), протоколи обміну навчальними даними (xAPI, LTI), аналітичні інструменти Power BI, Tableau, Google Data Studio.

4. Інтелектуальні технології педагогічної взаємодії. До цього блоку належать програмні модулі штучного інтелекту, чат-боти, системи адаптивного навчання, рекомендаційні алгоритми. Вони створюють умови для персоналізації навчання, автоматизації зворотного зв'язку й розвитку цифрової комунікації між людиною та системою.

Ці блоки формують замкнений технологічний цикл цифрової педагогіки – від розроблення програмного середовища до аналізу навчальних дій і створення нових форм

педагогічної взаємодії. У цій системі програмування виступає не лише технічним інструментом, а способом організації знання, механізмом контролю процесів і засобом реалізації принципів транспарентності.

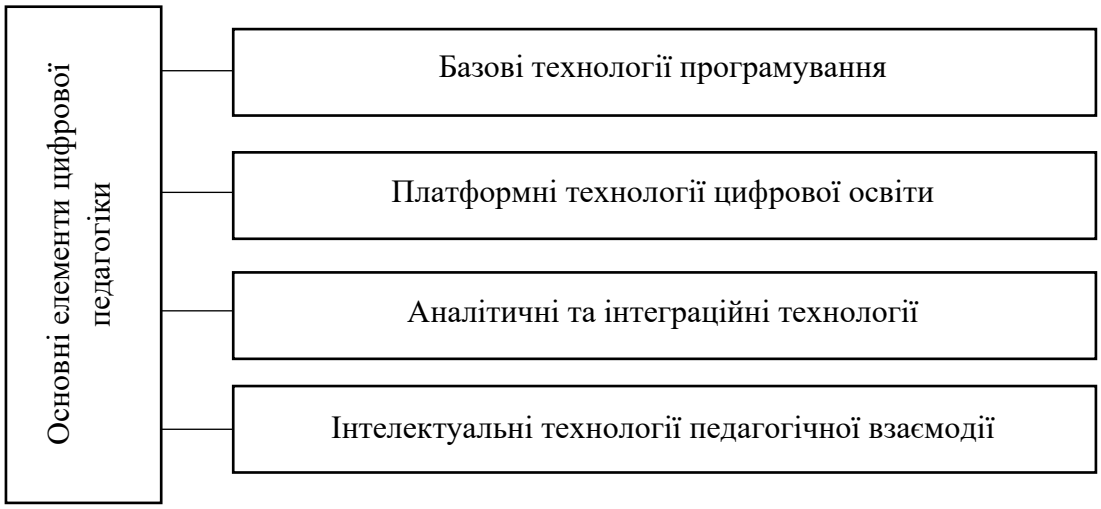


Рис. 1. *Основні елементи цифрової педагогіки*

Саме завдяки технологіям програмування цифрова педагогіка отримує здатність до моделювання, масштабування й адаптації. Вони перетворюють освітній процес на динамічну систему, у якій комунікація, аналітика та управління об'єднані в єдиному цифровому середовищі.

Програмні платформи є основою цифрової освіти. Вони поєднують педагогічні цілі, технологічні інструменти й аналітичні механізми в одну систему. Такі платформи формують середовище, у якому здійснюється навчання, комунікація, оцінювання та управління. Їхня архітектура визначає логіку освітнього процесу, а рівень інтеграційності - здатність до обміну даними з іншими цифровими сервісами.

Архітектура освітніх платформ побудована на принципах модульності й відкритості. Кожен елемент виконує окрему функцію – управління контентом, аналітику, комунікацію, ідентифікацію користувачів. Такі системи працюють на серверно-клієнтній основі, де сервер забезпечує зберігання даних і логіку взаємодії, а клієнт надає доступ до навчального контенту через браузер або мобільний застосунок. Відкритий програмний код дає змогу адаптувати платформу під потреби закладу освіти й інтегрувати її з іншими системами.

Функціональність сучасних платформ спрямована на створення комплексного освітнього досвіду. Вони забезпечують публікацію навчальних матеріалів, проведення тестів, збір аналітики, організацію дискусій і моніторинг активності. Система автоматично реєструє дії користувача, формує звіти, обчислює індивідуальний прогрес і підтримує комунікацію між

усіма учасниками процесу. Завдяки цьому цифрове навчання набуває гнучкості та відтворюваності, а дані стають головним інструментом управління якістю освіти.

Інтеграційність платформ полягає у здатності взаємодіяти з іншими цифровими сервісами. Через API-інтерфейси освітні системи поєднуються з аналітичними панелями, бібліотеками відкритих даних, електронними журналами, системами документообігу й хмарними сховищами. Так створюється єдина освітня екосистема, де інформація рухається без втрат і дублювання.

Прикладом реалізації таких підходів є Moodle. Moodle вирізняється гнучкою архітектурою, яка дозволяє створювати власні модулі, підключати зовнішні аналітичні сервіси та вбудовувати елементи штучного інтелекту[3].

Програмні платформи цифрової освіти виступають не просто засобом організації навчання, а технологічним ядром педагогічної комунікації. Їхня архітектура визначає структуру взаємодії, функціональність забезпечує управління контентом, а інтеграційність відкриває шлях до побудови єдиного інформаційного простору освіти.

Освітні платформи функціонують завдяки технологічним основам, що закладаються через мови програмування та фреймворки. Вони визначають логіку обробки даних, стабільність системи та можливість її масштабування.

Python використовується для створення аналітичних і адаптивних систем. Його бібліотеки Pandas, NumPy, TensorFlow і Scikit-learn дають змогу обробляти великі масиви освітніх даних, будувати прогностичні моделі й реалізовувати персоналізоване навчання. Завдяки простому синтаксису Python став основою для більшості систем Learning Analytics, які аналізують активність студентів, визначають рівень залучення та прогнозують результати навчання. Ця мова поєднує математичну точність і педагогічну гнучкість, тому її часто використовують у розробленні модулів адаптивного контенту.

JavaScript забезпечує інтерактивність освітніх середовищ. Він використовується на стороні клієнта для створення динамічного інтерфейсу, обробки подій, організації миттєвого зворотного зв’язку. Завдяки бібліотекам React і Vue користувач отримує живе середовище взаємодії, у якому навчальні елементи реагують на дії студента. JavaScript забезпечує гнучкість візуалізації даних, що важливо для побудови освітніх аналітичних панелей, інтерактивних тестів і віртуальних симуляцій.

Node.js забезпечує роботу серверної частини системи. Це середовище дозволяє обробляти запити в реальному часі, підтримувати велику кількість користувачів і

[3] Moodle. Home | Moodle.org. URL: https://moodle.org/ (date of access: 25.10.2025)

забезпечувати синхронізацію даних між клієнтами. Node.js є ключовою технологією для створення хмарних освітніх сервісів і онлайн-курсів, де важлива швидкість обміну повідомленнями.

Використання мов програмування і фреймворків визначає якість цифрових освітніх сервісів. Вони перетворюють педагогічну ідею на технологічну форму, де кожен алгоритм підтримує навчальну взаємодію. Ця інтеграція гуманітарного змісту і технічної точності створює основу сучасної цифрової педагогіки.

Програмовані педагогічні сценарії є основою інтелектуалізації сучасного навчання. Вони перетворюють освітній процес із лінійної послідовності завдань на динамічну систему взаємодій. Такий підхід дозволяє моделювати навчальні ситуації, що реагують на дії студента, адаптують матеріал і створюють ефект присутності. Головна мета цих сценаріїв полягає у формуванні середовища, де технологія не лише передає знання, а й активно бере участь у педагогічному діалозі.

Адаптивні системи навчання працюють за принципом гнучкого налаштування контенту відповідно до рівня підготовки студента. Вони використовують аналітичні алгоритми для відстеження прогресу, виявлення помилок і формування індивідуальної траєкторії навчання. Кожен користувач отримує персоналізований маршрут, що підлаштовується під його темп і стиль засвоєння матеріалу. Такі системи формують відчуття індивідуальної уваги, навіть у масовому онлайн-навчанні.

Симулятори створюють простір практичного досвіду. Вони дають змогу відтворювати реальні процеси, де студент може експериментувати, перевіряти гіпотези і бачити наслідки власних рішень. У педагогіці симулятори використовуються для підготовки до діяльності, що вимагає практичних навичок або прийняття рішень у складних умовах. Їхня ефективність базується на зворотному зв’язку, який система надає у реальному часі, дозволяючи студенту аналізувати свої дії.

Чат-боти стали новим форматом освітньої взаємодії. Вони виконують функції віртуальних помічників, які супроводжують студента під час навчання. Через чат-ботів відбувається нагадування про дедлайни, надання пояснень, консультацій і навіть психологічна підтримка. Викладач отримує можливість автоматизувати рутинну комунікацію, залишаючи за собою творчі та аналітичні завдання. Чат-боти підсилюють роль педагогічного діалогу, роблячи його постійним і доступним у будь-який час.

Програмовані сценарії створюють нову педагогічну логіку, де навчання стає взаємодією людини й алгоритму. Вони не замінюють викладача, а розширюють його можливості,

забезпечуючи безперервний супровід студента. Така форма комунікації підвищує ефективність навчання, сприяє формуванню самостійності та підвищує рівень залучення.

Інтероперабельність формує технічну основу педагогічної відкритості. Завдяки стандартам навчальні дані перестають бути прив'язаними до конкретної системи й перетворюються на універсальний освітній ресурс. Це створює умови для прозорості, мобільності студентів і безперервного навчання протягом життя.

Автоматизація комунікацій у цифровій педагогіці має глибокий вплив на зміст і динаміку освітнього процесу. Вона забезпечує зручність і швидкість взаємодії, проте вимагає нових етичних підходів і педагогічного контролю. У середовищі, де частину комунікації здійснюють програми, важливо зберегти людський зміст спілкування й уникнути знеособлення учасників.

Етична відповідальність полягає у забезпеченні прозорості дій цифрових систем. Студент має знати, коли він спілкується з автоматизованим сервісом, які дані збираються і як вони використовуються. Порушення цього принципу може знизити довіру до освітнього середовища. Викладач повинен залишатися гарантом справедливості й безпеки комунікації, навіть коли її технічне виконання передано системам.

Педагогічна сторона автоматизації полягає у збереженні балансу між алгоритмом і живим діалогом. Автоматичні відповіді, рекомендації чи оцінки мають бути інструментом підтримки, а не заміни педагогічного впливу. Освітня система має стимулювати рефлексію, а не механічне виконання завдань. Надмірна автоматизація може знизити мотивацію до самостійного мислення, тому її потрібно поєднувати з творчими формами навчання.

Особливого значення набуває питання етичного використання освітніх даних. Аналітичні алгоритми повинні забезпечувати об'єктивність, уникати упередженості й не впливати на академічну свободу. Кожен учасник навчального процесу має право на інформаційну автономію. Прозорі правила збору та обробки даних формують довіру й підтримують культуру доброчесності.

Аналітика стає центральним інструментом цифрової педагогіки. Вона перетворює освітній процес на систему, де кожна дія користувача стає даними для аналізу. Зібрана інформація показує, як студенти навчаються, взаємодіють, реагують на контент і досягають результатів. Аналіз даних дає змогу бачити закономірності, оцінювати ефективність методів і прогнозувати майбутні результати. Цей підхід робить навчання керованим і доказовим, а рішення – обґрунтованими.

Аналітика навчання розглядається як система збору, обробки та інтерпретації даних про навчальну діяльність. Її головна мета – перетворення цифрових слідів студентів у практичні

висновки для вдосконалення педагогічних стратегій. Аналітика показує не лише, що вивчають студенти, а й як вони це роблять. Вона допомагає викладачеві розуміти мотивацію, темп і труднощі кожного учасника процесу.

Завдяки аналітиці навчання цифрова освіта переходить від спостереження до управління. Дані перетворюються на інструмент планування, моніторингу та оптимізації. Система автоматично виявляє закономірності, формує звіти й допомагає адаптувати курси. Це робить навчання гнучким і підзвітним. Аналітика стає мостом між педагогічною інтуїцією та технологічною доказовістю.

Аналітика освітньої взаємодії ґрунтується на метриках, що відображають поведінку студентів. Активність показує частоту входу, переглядів і виконаних завдань. Залученість визначається глибиною участі в навчальних діях, обговореннях і групових роботах. Зворотний зв'язок відображає якість комунікації – кількість запитань, відгуків і відповідей. Прогрес показує динаміку засвоєння матеріалу й досягнення цілей.

Ці показники дозволяють оцінити не лише успішність, а й стан навчального середовища. Вони виявляють, які елементи курсу сприяють розумінню, а які – викликають труднощі. На основі цих даних формуються рекомендації щодо змін у програмі, темпі чи формі викладання. Метрики стають індикаторами якості взаємодії між людиною й цифровою системою.

Аналітика прогнозування – це застосування моделей прогнозування для оцінки майбутньої поведінки студентів. Вона використовує історичні дані, щоб передбачити ризики відставання, зниження мотивації або ймовірність успішного завершення курсу. На основі алгоритмів машинного навчання система може виявити, коли студент потребує підтримки, ще до того, як проблема стане очевидною.

Такі моделі допомагають викладачам діяти на випередження. Вони забезпечують персоналізовану підтримку й своєчасне втручання. Це підвищує ефективність навчання й зменшує кількість випадків невдач. Аналітика прогнозування перетворює освітню аналітику на систему раннього попередження, що забезпечує стійкість і безперервність процесу.

Штучний інтелект відкриває нові можливості для аналізу комунікацій у цифровій освіті. Алгоритми розпізнають мовні закономірності, емоційні реакції, темп взаємодії. Вони здатні визначати рівень інтересу, співпраці й когнітивного навантаження. На основі цих даних система формує персоналізовані рекомендації для студентів і педагогів.

AI-аналітика дозволяє досліджувати не лише результати, а й сам процес навчання. Вона виявляє, як змінюється увага, які теми викликають труднощі, як реагує аудиторія на форму подання матеріалу. Таке поєднання технології й педагогіки створює основу для інтелектуального управління навчанням, де дані стають відображенням реальної комунікації.

Робота з освітніми даними потребує етичного підходу. Прозорість аналітики не повинна порушувати приватність студентів. Збір і обробка інформації мають відбуватися відповідно до принципів добровільності та безпеки. Кожен користувач повинен знати, які дані збираються і для чого вони використовуються.

Безпека даних є питанням довіри до цифрової освіти. Викладачі та розробники мають забезпечити захист інформації від несанкціонованого доступу. Етична аналітика не допускає дискримінаційних висновків або автоматизованих рішень без людського контролю. Лише поєднання технологічної точності й моральної відповідальності забезпечує стійку систему цифрової педагогіки, у якій дані служать розвитку, а не контролю.

Блокчейн – це розподілений реєстр даних, у якому кожен запис зберігається у вигляді ланцюга зашифрованих блоків. Кожен блок містить інформацію про певну подію, а його вміст неможливо змінити без порушення всієї структури. Такий підхід гарантує автентичність і незмінність записів. У сфері освіти це відкриває можливість фіксувати навчальні досягнення, результати оцінювання й академічні сертифікати у вигляді унікальних цифрових записів.

Теоретичною основою впровадження блокчейну є принцип децентралізації. Дані не зберігаються в одній установі, а розподіляються між багатьма учасниками мережі. Це усуває ризики маніпуляцій і втрати інформації. Блокчейн створює автономну систему перевірки, де достовірність визначається не авторитетом інституції, а консенсусом між учасниками. У результаті виникає прозорий механізм контролю, який не потребує посередників.

Для освіти це означає перехід від централізованої моделі обліку знань до відкритої системи, де кожен результат має цифровий слід. Такий підхід змінює саму філософію довіри – вона більше не базується на паперовому документі чи печатці, а на підтвердженому алгоритмічному ланцюзі. Таким чином, блокчейн у педагогічному контексті стає не просто технологією збереження даних, а гарантом академічної доброчесності.

Верифікація у блокчейні ґрунтується на децентралізованій перевірці. Кожен новий запис у системі підтверджується учасниками мережі, які виступають незалежними вузлами. Такий процес унеможливлює несанкціоноване внесення змін і забезпечує колективну достовірність даних. У сфері освіти це дає змогу створювати механізм, де результати навчання перевіряються автоматично, без участі адміністративних структур.

Децентралізована верифікація усуває ризики фальсифікації дипломів, сертифікатів і оцінок. Кожен запис у ланцюзі має власний цифровий підпис і часову мітку, що підтверджує його справжність. Якщо дані про навчальні досягнення зберігаються у блокчейні, будь-яка зміна чи підробка стає неможливою. Такий підхід підвищує рівень довіри між університетами, роботодавцями й студентами.

Децентралізація підсилює відкритість системи. Дані можна перевірити з будь-якої точки світу без запиту до центрального архіву. Це створює нову форму академічної мобільності, де компетенції визнаються на глобальному рівні. Прозорість підтвердження досягнень формує основу для глобальної взаємодії у сфері освіти.

Застосування блокчейну в освіті вже має практичні моделі. Найпоширеніший напрям - цифрова сертифікація. Освітні установи створюють електронні дипломи, які зберігаються у блокчейні як унікальні записи. Вони мають ідентифікатор, що дозволяє будь-кому перевірити справжність документа без звернення до закладу. Такі системи використовують Массачусетський технологічний інститут, Університет Нікосії та інші провідні університети світу.

Інша модель передбачає використання блокчейну для управління мікрокваліфікаціями. Кожен завершений курс або освітній модуль формує окремий запис із цифровим підписом. Студент накопичує такі записи, створюючи власне портфоліо, яке визнається різними освітніми структурами. Це сприяє гнучкому навчанню й персональній освітній траєкторії.

Також розробляються моделі блокчейн-оцінювання, де результати фіксуються автоматично під час навчання. Це усуває суб'єктивність і створює об'єктивний реєстр досягнень. У майбутньому такі системи можуть поєднуватися з аналітичними платформами, що дозволить відстежувати динаміку розвитку компетенцій у реальному часі.

Блокчейн перетворює сертифікацію з адміністративної процедури на відкритий технологічний процес. Він забезпечує прозорість, достовірність і доступність освітніх даних, створюючи фундамент нової етики цифрової доброчесності.

Децентралізована взаємодія у сфері освіти створює нову логіку комунікації, у якій учасники обмінюються даними без посередників. Ця модель ґрунтується на принципі рівноправності всіх вузлів мережі. Кожен учасник може бути одночасно джерелом і отримувачем інформації. У контексті цифрової педагогіки така взаємодія формує горизонтальну систему довіри, де контроль і перевірка здійснюються колективно, а не централізовано.

У традиційній освітній системі довіра базується на інституційній ієрархії – сертифікати видають заклади, рішення ухвалюють адміністрації. Децентралізована модель переносить довіру у площину мережевої взаємодії. Дані підтверджуються кількома учасниками, що забезпечує стабільність і достовірність без централізованого посередництва. Це підвищує автономію освітніх спільнот і дає змогу створювати незалежні цифрові екосистеми.

Такі мережі функціонують на принципі консенсусу. Кожен учасник підтверджує достовірність інформації, і лише після досягнення згоди дані фіксуються у системі. Це створює природний механізм саморегуляції, де довіра базується не на авторитеті, а на прозорості дій. У межах освіти децентралізований підхід відкриває шлях до створення

децентралізованих академічних спільнот, де знання циркулює вільно, а взаємна перевірка стає гарантією доброчесності.

У таких мережах педагогічна комунікація набуває форми співпраці. Викладач, студент і освітня платформа взаємодіють як рівноправні учасники процесу. Кожен має доступ до спільного реєстру навчальних дій, що забезпечує відкритість і відповідальність. Це перетворює освіту на простір колективного знання, де довіра є не зовнішньою умовою, а внутрішньою властивістю системи.

Використання блокчейну в освіті піднімає важливі правові та етичні питання. Ця технологія зберігає дані назавжди, що створює нові виклики для захисту персональної інформації. Освітні записи, навіть якщо вони зашифровані, залишаються частиною публічного реєстру. Це вимагає розроблення чітких нормативних рамок, які визначатимуть, хто має право на зберігання, передачу та видалення таких даних.

Проблема полягає у співвідношенні між прозорістю та правом на забуття. Блокчейн гарантує незмінність інформації, але в освіті можливі ситуації, коли студент або викладач має право вимагати видалення даних. Законодавчі системи Європи, зокрема GDPR, уже ставлять вимогу дотримання приватності, проте механізми узгодження цих норм із принципом незмінності блокчейну залишаються дискусійними.

Етичний вимір стосується також питання автономії людини у цифровому середовищі. Освітня інформація є частиною особистої історії, тому її використання повинно здійснюватися за згодою власника. Прозорість не може означати тотальний контроль. Вона має базуватися на усвідомленій згоді, обмеженому доступі та чітких межах відповідальності.

Етична проблема виникає у випадку автоматизованого оцінювання. Якщо система фіксує і підтверджує результати без участі викладача, важливо гарантувати справедливість і запобігти технологічним помилкам. Людський контроль залишається обов’язковим, навіть у найточніших системах.

Блокчейн може стати надійним інструментом цифрової доброчесності лише за умови дотримання балансу між прозорістю і правом на приватність. Його використання повинне супроводжуватися правовим регулюванням, етичним контролем і педагогічною відповідальністю. Лише тоді технологія стане не засобом спостереження, а гарантом довіри та справедливості в освітньому процесі.

Відкриті дані стали основним інструментом забезпечення прозорості в освітньому управлінні. Вони перетворюють інформацію про діяльність освітніх установ на суспільний ресурс, доступний для аналізу, контролю й прийняття рішень. Принцип відкритості полягає в тому, що будь-які статистичні, фінансові чи адміністративні дані можуть бути публічно

оприлюднені у форматі, придатному для автоматичної обробки. Це дозволяє громадськості, науковцям і аналітикам не лише спостерігати за роботою системи освіти, а й формувати пропозиції для її вдосконалення.

Концепція відкритих даних спирається на три базові принципи – доступність, повторне використання та достовірність. Відкритість передбачає, що інформація має бути представлена у вільному форматі без обмежень на копіювання чи поширення. Повторне використання означає, що дані можуть слугувати для незалежних досліджень, порівняльного аналізу чи створення нових освітніх сервісів. Достовірність гарантує, що дані відповідають реальним процесам, а не створюють формальну ілюзію прозорості.

У сфері освіти відкриті дані сприяють ефективному управлінню. Керівники закладів отримують можливість бачити тенденції успішності, використання ресурсів і динаміку набору студентів. Для держави це механізм моніторингу політик, а для суспільства – інструмент громадського контролю. Коли результати оцінювання, фінансування чи кадрові рішення публікуються відкрито, зникає простір для корупційних ризиків.

Технологічна реалізація концепції спирається на цифрові платформи, що об’єднують статистичні бази, аналітичні панелі та інструменти візуалізації. Дані з різних освітніх систем інтегруються у спільний формат, який забезпечує сумісність і перевірку. Це створює умови для транспарентного управління, де кожна дія має цифрове підтвердження.

Відкриті дані не лише забезпечують доступ до інформації, а й формують нову культуру відповідальності. Вони перетворюють освітнє управління на відкриту систему, у якій рішення ґрунтуються на доказах, а довіра стає результатом прозорої інформаційної взаємодії.

Джерела відкритих освітніх даних формують основу цифрової прозорості системи управління освітою (рис 2). Вони забезпечують вільний доступ до інформації, необхідної для аналітики, моніторингу та оцінювання ефективності навчальних процесів. Відкритість джерел означає не лише доступ до інформації, а й можливість її автоматизованої обробки, інтеграції та повторного використання.

Першу групу становлять державні реєстри, які містять офіційні дані про освітні заклади, ліцензії, програми, фінансування, результати зовнішнього оцінювання та кадрову структуру. У таких базах фіксуються статистичні показники, що дають змогу оцінити динаміку розвитку системи освіти. Державні портали відкритих даних створюють умови для перевірки діяльності навчальних закладів і контролю використання бюджетних коштів. Це підвищує підзвітність органів управління освітою й довіру з боку суспільства.

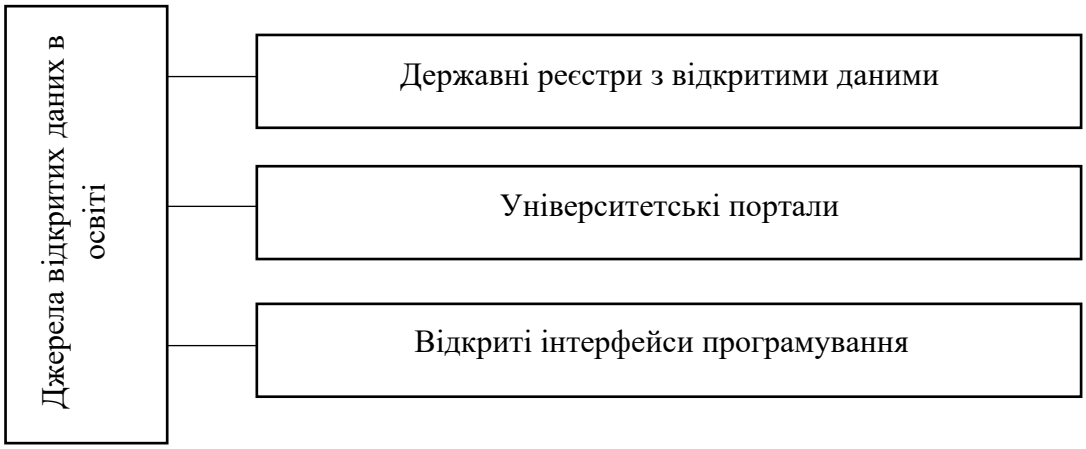


Рис. 2. *Джерела відкритих даних в освіті*

Другою важливою групою є університетські портали, які відкривають дані про навчальні програми, академічну мобільність, результати досліджень, рейтинги студентів і наукові публікації. Такі ресурси формують відкриту екосистему академічної інформації, де студенти, викладачі й роботодавці можуть оцінювати якість освітніх послуг. Публікація відкритих університетських даних створює конкурентне середовище, у якому якість навчання визначається реальними показниками, а не формальними звітами.

Третю групу становлять відкриті інтерфейси програмування, які забезпечують доступ до даних у структурованому вигляді. Відкриті API дають змогу зовнішнім сервісам автоматично взаємодіяти з освітніми платформами, отримувати статистику, відображати рейтинги чи інтегрувати освітній контент у нові цифрові рішення. Це сприяє розвитку інноваційних сервісів – від систем аналітики до застосунків для професійного орієнтування. Відкриті інтерфейси стають технічним мостом між різними рівнями освітньої інфраструктури.

Розвиток цих джерел створює умови для відкритої освіти, де інформація є загальнодоступною і перевірюваною. Державні реєстри забезпечують легітимність даних, університетські портали – публічність результатів, а відкриті інтерфейси – технологічну гнучкість і доступність. У поєднанні вони формують прозору екосистему освітнього управління, у якій дані стають основою для прийняття обґрунтованих рішень та підвищення якості освіти.

Аналітичні панелі є інструментом, що перетворює великі масиви відкритих освітніх даних на зрозумілу й керовану інформацію. Вони дозволяють спостерігати динаміку освітніх процесів у реальному часі, оцінювати ефективність управлінських рішень і виявляти закономірності розвитку системи освіти. Візуалізація даних у цьому контексті має не лише технічну, а й педагогічну функцію - вона робить процес прийняття рішень прозорим і зрозумілим для всіх учасників освітнього середовища.

Аналітична панель – це інтерактивне середовище, де інформація подається у вигляді графіків, діаграм, дашбордів і карт. Такий формат забезпечує швидке сприйняття складних статистичних показників. Дані про успішність студентів, відвідуваність, фінансування або результати зовнішнього оцінювання можуть відображатися у вигляді змінних трендів, що дозволяє оперативно реагувати на зміни. У поєднанні з відкритими державними реєстрами панелі створюють повну картину освітнього середовища.

Візуалізація відкритих даних підсилює принцип транспарентності. Коли показники діяльності закладу відображаються публічно, вони стають предметом громадського аналізу й сприяють формуванню довіри. Відкриті аналітичні інструменти дають можливість журналістам, науковцям і студентам самостійно перевіряти достовірність інформації, будувати власні висновки й порівнювати результати між установами. Це формує культуру відповідального користування даними.

Освітні аналітичні панелі також відіграють важливу роль у внутрішньому управлінні закладів. Керівники отримують змогу контролювати виконання навчальних планів, ефективність викладачів і використання ресурсів. Дані стають підґрунтям для доказового управління, коли кожне рішення має цифрове обґрунтування. Візуалізація допомагає зосередитися на тенденціях, а не на окремих показниках, що підвищує стратегічну якість управлінських рішень.

Технічно такі панелі створюються за допомогою аналітичних платформ – Power BI, Google Data Studio та інших відкритих інструментів. Вони використовують відкриті інтерфейси для інтеграції з державними або університетськими базами. Це дозволяє автоматизувати оновлення даних і підтримувати актуальність аналітичних звітів без ручного втручання.

Освітні аналітичні панелі перетворюють дані на основу управління і водночас на інструмент підзвітності. Візуалізація відкритих даних робить освітню систему не лише прозорою, а й зрозумілою. Вона забезпечує нову якість комунікації між освітніми інституціями, владою та суспільством, формуючи культуру спільного контролю й співучасті у розвитку освіти.

Відкриті освітні ресурси стали ключовим елементом сучасної цифрової педагогіки. Вони поєднують технології, комунікацію та академічну культуру у спільну систему обміну знаннями. Такі ресурси створюються з метою вільного поширення навчальних матеріалів, що можуть використовуватись, змінюватись і поширюватись без обмежень. Їхня концепція ґрунтується на принципах відкритості, спільної участі й рівного доступу до знань.

Відкриті ресурси охоплюють широкий спектр матеріалів – підручники, відеолекції, навчальні модулі, симуляції, тести, бази даних і наукові публікації. Вони розміщуються на відкритих платформах і забезпечуються вільними ліцензіями, які дозволяють використовувати їх у будь-якому навчальному середовищі. У цифровій педагогіці такі ресурси формують основу партнерської взаємодії, де знання створюються й розвиваються колективно.

Цифрова взаємодія через відкриті ресурси сприяє появі нової моделі навчання – спільнотної педагогіки. Викладачі, студенти та дослідники співпрацюють у створенні контенту, обговорюють матеріали, перекладають, адаптують і вдосконалюють їх. Така діяльність розвиває навички співтворення, підсилює академічну мобільність і формує відчуття належності до глобальної спільноти знань.

Відкриті освітні ресурси також мають стратегічне значення для підвищення якості освіти. Вони створюють умови для порівняння програм, обміну кращими практиками та зменшення нерівності у доступі до навчальних матеріалів. Використання відкритих ресурсів робить навчання гнучким і адаптивним, дозволяючи кожному формувати власну освітню траєкторію.

Відкриті освітні ресурси – це не лише форма доступу до знань, а й засіб розвитку комунікаційної культури в освіті. Вони перетворюють навчальний процес на взаємодію, де обмін і спільне створення змісту стають природною частиною педагогічного середовища. Це утверджує ідею відкритої освіти як простору рівності, співпраці та колективного інтелекту.

Відкритість даних і ресурсів у сфері освіти створює нові можливості, але водночас породжує складні виклики, що потребують системного управління. Розширення доступу до інформації підвищує рівень прозорості, проте відкриває проблеми, пов’язані з безпекою, достовірністю та етичним використанням освітніх даних. Ці проблеми впливають не лише на технічну стабільність системи, а й на суспільну довіру до цифрової освіти.

Найбільш критичним викликом є інформаційна безпека. Відкриті освітні платформи оперують великими обсягами персональних і академічних даних. Будь-який витік або несанкціонований доступ може призвести до порушення приватності студентів і викладачів. Вразливість систем зростає через використання різних джерел, інтеграційних інтерфейсів і хмарних сервісів. Захист освітніх даних вимагає поєднання технічних рішень – шифрування, автентифікації, контролю доступу з чіткими нормативними правилами обробки інформації.

Другий виклик стосується якості відкритих даних. Навіть у разі повної доступності інформація втрачає цінність, якщо вона неповна, несвоєчасна або структурно неузгоджена. Неточні дані можуть створювати хибні висновки та впливати на управлінські рішення. Проблема якості пов’язана з відсутністю єдиних стандартів для збору, оновлення та перевірки

освітніх даних. Забезпечення достовірності потребує професійного супроводу, регулярного аудиту й відповідальності за коректність інформації.

Третя проблема має етичний характер. Відкриті дані створюють умови для вільного аналізу, але водночас виникає небезпека їхнього неправильного використання. Публікація інформації про навчальні результати або діяльність закладів може призвести до стигматизації, тиску чи викривлення репутації. Етична проблема також полягає у комерційному використанні відкритих ресурсів без згоди авторів або учасників освітнього процесу. Вирішення цих питань потребує чітких правил етичної поведінки та контролю за використанням відкритих даних у публічному просторі.

Відкритість освіти неможлива без усвідомлення її ризиків. Інформаційна безпека, якість даних і етика використання утворюють три опори, що визначають стабільність і довіру до цифрової системи. Тільки за умови їх збалансування відкритість перетворюється з потенційної загрози на інструмент розвитку, забезпечуючи не формальну, а відповідальну транспарентність освітнього управління.

Інтегровані моделі цифрової взаємодії формують основу сучасної освітньої системи, де всі елементи – навчальний контент, аналітика, комунікація й оцінювання об’єднані в єдине інформаційне середовище. Такі моделі відображають перехід від фрагментарного використання технологій до комплексного підходу, у якому цифрові інструменти взаємодіють між собою, створюючи безперервний цикл навчання, моніторингу та вдосконалення.

Інтеграція цифрових компонентів забезпечує цілісність освітнього процесу. Взаємодія між системами управління навчанням, аналітичними платформами, комунікаційними сервісами та сховищами даних створює єдину педагогічну логіку. Студент отримує персоналізований досвід, а викладач – можливість бачити повну картину навчальної активності. Така модель дозволяє узгоджувати зміст, методи й оцінювання, що підвищує ефективність навчання та якість управлінських рішень. Інтегровані системи працюють за принципом взаємного обміну даними. Результати навчання автоматично передаються в аналітичні панелі, зворотний зв’язок зберігається у профілі користувача, а дані про прогрес впливають на подальшу адаптацію контенту. У цьому процесі технологія виконує роль посередника між педагогічними цілями й цифровими можливостями. Інтеграція робить навчання не лише технологічно зручним, а й педагогічно осмисленим.

Моделі цифрової взаємодії також сприяють розвитку колективного навчання. Завдяки інтеграції комунікаційних платформ із навчальними системами створюються спільні середовища, де учасники взаємодіють у реальному часі, обмінюються матеріалами, спільно

розв’язують завдання й формують знання через співпрацю. Це сприяє розвитку критичного мислення, соціальної активності та культури відповідальної взаємодії.

Інтеграційні підходи також забезпечують стійкість освітнього середовища. Вони дозволяють легко оновлювати технологічні рішення, підключати нові сервіси або модулі штучного інтелекту без порушення загальної структури. Таким чином, навчальний процес зберігає гнучкість, адаптуючись до технологічних і методичних змін.

Інтегровані моделі цифрової взаємодії формують нову парадигму освіти – динамічну, взаємопов’язану та відкриту. Вони забезпечують не просто використання технологій, а створення єдиного освітнього простору, у якому дані, взаємодія та розвиток зливаються в узгоджену систему. Такий підхід робить освіту керованою, прозорою і здатною до постійного вдосконалення.

Платформні рішення стали основою цифрової інфраструктури освіти. Вони забезпечують технологічне середовище, у якому відбувається створення, поширення й оцінювання знань. Такі системи поєднують функції управління навчальним процесом, збереження контенту, аналітики й комунікації. Їх використання дозволяє організувати навчання без прив’язки до часу й простору, підтримуючи гнучкість і персоналізацію освітнього досвіду.

Moodle є одним із найпоширеніших рішень у сфері цифрової педагогіки. Його головна перевага полягає у відкритій архітектурі, яка дозволяє адаптувати систему під потреби конкретного закладу освіти. Moodle підтримує створення курсів, автоматичне оцінювання, аналітику активності та інтеграцію з іншими сервісами. Вона забезпечує повний цикл навчання – від планування курсу до звіту про результати. Гнучкість платформи робить її зручним інструментом для університетів, що поєднують традиційне й дистанційне навчання.

Coursera є прикладом глобальної освітньої екосистеми. Її модель ґрунтується на співпраці провідних університетів, що розміщують свої курси у відкритому доступі. Ця платформа реалізує принципи відкритої освіти, даючи змогу слухачам з усього світу отримувати сертифікати, визнані академічними та професійними спільнотами. Coursera формує нову культуру навчання, орієнтовану на безперервний розвиток і самостійне управління освітньою траєкторією[4].

Google Workspace for Education створює екосистему спільної роботи, у якій поєднуються навчальні, комунікаційні та організаційні інструменти. Середовище включає Google Classroom, Документи, Таблиці, Meet і Диск, що забезпечує повний цикл взаємодії між викладачем і студентами. Перевага цього рішення – у високому рівні інтеграції, усі інструменти

[4] Coursera | Degrees, Certificates, & Free Online Courses. Coursera. URL: https://www.coursera.org/ (date of access: 25.10.2025)

працюють як єдина система, де комунікація, оцінювання й обмін даними здійснюються в реальному часі[5].

Застосування платформних рішень створює інтегровану освітню інфраструктуру, у якій навчання стає гнучким і керованим. Moodle забезпечує академічну стабільність, Coursera – глобальну відкритість, а Google Workspace – інтерактивну комунікацію. Разом ці рішення формують основу цифрової педагогіки, де технологія підсилює зміст, а не замінює його. Платформні рішення не є просто технічними засобами. Вони створюють архітектуру сучасної освіти – мережеву, аналітичну та прозору. Саме через них реалізується концепція цифрової взаємодії, у якій навчальний процес стає гнучким, доступним і заснованим на довірі між усіма учасниками освітнього середовища.

Інтеграція аналітики, блокчейну та відкритих даних формує новий рівень цифрового управління освітою. Такий підхід забезпечує прозорість процесів, достовірність інформації та можливість оперативного прийняття рішень на основі фактів. У поєднанні ці три технологічні напрями створюють стійку екосистему навчального менеджменту, у якій дані не лише фіксуються, а й постійно аналізуються, верифікуються та використовуються для вдосконалення освітньої політики.

Аналітика освітніх даних забезпечує збір і тлумачення інформації про навчальну активність. Вона формує показники ефективності, допомагає відстежувати динаміку результатів, визначати сильні та слабкі сторони навчального процесу. Завдяки інтеграції з блокчейном аналітичні системи отримують гарантію достовірності даних. Кожен запис, що надходить до аналітичної бази, може бути підтверджений у децентралізованому реєстрі, що усуває ризики маніпуляцій або викривлення результатів.

Блокчейн, у свою чергу, виконує функцію механізму довіри. Він фіксує академічні досягнення, сертифікати, результати курсів і метадані комунікацій у захищеній структурі. Така фіксація створює базу для побудови доказової аналітики, де кожен показник має підтверджене походження. У навчальному менеджменті це дозволяє здійснювати автоматичну перевірку достовірності оцінок, дипломів чи звітів без участі посередників.

Відкриті дані доповнюють цю систему принципом прозорості. Вони дають змогу оприлюднювати агреговані результати аналітики без порушення приватності учасників навчального процесу. Це сприяє громадському контролю, підзвітності закладів освіти й

[5] Google for Education. Google. URL: https://edu.google.com/workspace-for-education/editions/overview/ (date of access: 25.10.2025)

порівняльному аналізу між установами. У поєднанні з блокчейном відкриті дані стають не лише джерелом інформації, а й засобом підтвердження її автентичності.

На практиці такі інтегровані рішення вже реалізуються у пілотних проектах університетів Європи та Північної Америки. Там створюються системи, де аналітичні панелі отримують дані безпосередньо з блокчейну, а результати досліджень або навчальних дій відображаються у форматі відкритих даних. Це дозволяє поєднувати внутрішній контроль із публічною підзвітністю, забезпечуючи повний цикл управління знаннями.

Застосування комплексного підходу в навчальному менеджменті формує нову культуру прийняття рішень. Керівники отримують аналітику, що спирається на перевірені джерела, викладачі бачать реальні показники прогресу, а студенти мають гарантію достовірності своїх досягнень. Такий підхід робить освітнє управління не лише ефективним, а й довіреним.

Поєднання аналітики, блокчейну та відкритих даних створює модель, у якій прозорість, достовірність і адаптивність працюють як єдине ціле. Це перетворює навчальний менеджмент на систему доказового управління, що поєднує технологічну точність із етичними принципами відповідальності й відкритості.

Цифрова трансформація освіти стикається з низкою проблем, що уповільнюють інтеграцію інноваційних технологій. Незважаючи на очевидні переваги аналітики, блокчейну, відкритих даних і платформних систем, їх повноцінне впровадження у навчальний процес часто обмежене технічними, організаційними та соціальними чинниками. Подолання цих проблем є необхідною умовою формування зрілої цифрової культури в освіті.

Технічні проблеми пов’язані з нерівномірністю технологічної інфраструктури. Не всі навчальні заклади мають достатню кількість сучасного обладнання, стабільне інтернет-з’єднання чи доступ до захищених серверних потужностей. Складність інтеграції між різними інформаційними системами створює додаткові труднощі, адже освітні платформи часто використовують несумісні формати даних або закриті стандарти. До цього додається потреба в регулярному оновленні програмного забезпечення, що вимагає фінансових і кадрових ресурсів.

Організаційні бар’єри стосуються управлінської структури освітніх закладів. Більшість систем управління освітою створювалися в умовах паперового документообігу, тому їхня логіка не пристосована до цифрової взаємодії. Відсутність узгоджених стандартів, єдиних протоколів і процедур знижує ефективність цифрових інструментів. Значною проблемою є також фрагментарність рішень – різні підрозділи використовують власні системи, які не обмінюються даними між собою. Це призводить до дублювання інформації й ускладнює аналітику.

Соціальні бар'єри мають найбільш глибокий характер. Вони пов'язані з опором змінам, низьким рівнем цифрової компетентності та недовірою до технологій. Частина викладачів і студентів сприймає автоматизацію як загрозу автономії, а відкритість – як втрату контролю над інформацією. Відсутність сформованої цифрової етики також створює ризики некоректного використання даних або байдужості до питань інформаційної безпеки. Подолати ці бар'єри можливо лише через системну просвіту, професійне навчання й залучення користувачів до процесу прийняття технологічних рішень.

Бар'єри впровадження мають комплексний характер і не зводяться лише до технічних труднощів. Вони відображають різні рівні готовності системи – від матеріальної бази до соціального сприйняття змін. Лише узгоджене подолання цих перешкод дозволить реалізувати потенціал цифрової освіти, зробивши її справді інтегрованою, відкритою й ефективною.

Цифрова культура педагогічної взаємодії визначає якість комунікації, ефективність навчання і рівень довіри між учасниками освітнього процесу. Вона формує нову педагогічну етику, у якій технології не замінюють людину, а підсилюють її професійні та соціальні можливості. Сучасний викладач уже не лише джерело знань, а фасилітатор взаємодії, аналітик освітніх даних і модератор цифрового середовища. Саме тому цифрова культура стає фундаментом педагогічної компетентності нового покоління. Основою цієї культури є цифрові компетентності – здатність ефективно працювати з інформаційними системами, використовувати аналітику, забезпечувати інформаційну безпеку й формувати середовище відкритого навчання. Педагог має не лише вміти користуватись інструментами, а й розуміти їхню логіку, етичні наслідки та вплив на поведінку студентів. Цифрова грамотність включає вміння створювати контент, аналізувати дані, захищати інформацію і критично оцінювати джерела. Ці навички стають основою довіри у взаємодії між викладачем і студентом.

Важливою складовою цифрової культури є комунікативні навички. Освітній процес у цифровому середовищі вимагає вміння підтримувати діалог, зберігати емоційний контакт і забезпечувати психологічну безпеку спілкування. У віртуальному середовищі відсутні невербальні сигнали, тому викладач має вміти створювати атмосферу взаємоповаги через інтонацію, стиль повідомлень і своєчасний зворотний зв'язок. Такі навички зміцнюють відчуття участі, формують позитивну динаміку групи й підвищують мотивацію студентів.

Не менш значущим є аспект етичної відповідальності. Викладач стає не лише користувачем технологій, а й прикладом їх етичного застосування. Дотримання принципів академічної доброчесності, захист персональних даних, уникнення маніпуляцій аналітикою - усе це формує моральний фундамент цифрової освіти. Етична культура означає також

готовність визнавати межі автоматизації, розуміти її потенційні ризики та зберігати гуманістичну природу навчання.

Цифрова культура педагогічної взаємодії – це не набір технічних умінь, а інтегрована система мислення, поведінки та відповідальності. Вона поєднує технологічну грамотність із гуманістичними цінностями, забезпечує баланс між автоматизацією й особистісним підходом. Освітнє середовище, де панує така культура, стає простором співпраці, довіри та моральної зрілості, що гарантує сталість і якість цифрової освіти.

Модель цифрової взаємодії є підсумковим результатом розвитку ідей відкритості, транспарентності та інтеграції технологій у сучасній освіті. Вона поєднує технологічні інструменти, педагогічні принципи та соціальні механізми довіри в єдину систему. Ця модель показує, як дані, аналітика, блокчейн, відкриті ресурси та платформи створюють середовище спільного навчання, де комунікація стає керованим і прозорим процесом.

Концептуальна модель ґрунтується на ідеї відкритої освіти, де технології забезпечують доступ, а люди – зміст. Її основою є поєднання відкритих даних, відкритих освітніх ресурсів і відкритих інтерфейсів, що утворюють середовище постійної взаємодії. Модель передбачає чотири взаємопов'язані складові – цифрову комунікацію, аналітику навчання, систему верифікації досягнень і механізми відкритого управління. У цій системі студент, викладач і адміністратор діють як рівноправні учасники цифрової екосистеми. Дані про навчання збираються автоматично, аналізуються в аналітичних панелях і підтверджуються через децентралізовані реєстри. Така структура забезпечує прозорість процесів і довіру між усіма сторонами. Освітня взаємодія набуває форми спільного проєкту, у якому кожен має доступ до інформації та несе відповідальність за її якість.

Транспарентність є головною умовою ефективності цифрової моделі. Її забезпечують три механізми – довіра, зворотний зв'язок і децентралізація. Довіра виникає завдяки відкритості даних і можливості їх перевірки. Усі результати навчання, оцінки чи сертифікати мають підтвердження в системі, що виключає підробку.

Зворотний зв'язок забезпечує двосторонню комунікацію між учасниками. Студент бачить власні результати, викладач аналізує динаміку групи, адміністрація отримує агреговані дані для прийняття рішень. Такий механізм робить освітній процес передбачуваним і відкритим. Децентралізація усуває надмірну ієрархію в управлінні. Кожен учасник має доступ до спільних ресурсів і можливість впливати на процес прийняття рішень. Це перетворює освіту на саморегульовану систему, де контроль здійснюється не адміністративно, а через цифрові механізми довіри.

Алгоритм роботи моделі складається з чотирьох послідовних етапів.

Перший – збір даних. Освітні платформи автоматично фіксують усі дії користувачів, виконання завдань, участь у дискусіях, перегляд матеріалів, результати оцінювання.

Другий – аналітична обробка. Дані надходять у систему освітньої аналітики, де відбувається їхнє групування, візуалізація й оцінка ефективності. Аналітичні панелі перетворюють цифрові сліди на зрозумілі показники прогресу.

Третій – верифікація. Інформація про досягнення проходить підтвердження у блокчейн-реєстрі. Це забезпечує достовірність і захист від змін.

Четвертий – зворотний зв'язок. Результати аналітики повертаються до користувача у вигляді рекомендацій або адаптацій навчального контенту. Таким чином, система постійно навчається сама, удосконалюючи процес.

Впровадження моделі створює відчутні ефекти на трьох рівнях - педагогічному, управлінському та соціальному.

На педагогічному рівні підвищується якість навчання. Адаптивні курси, побудовані на основі аналітики, враховують індивідуальні потреби студентів, а прозорість оцінювання стимулює академічну доброчесність.

На управлінському рівні модель забезпечує доказове прийняття рішень. Керівники мають доступ до реальних показників діяльності закладу, що дозволяє оцінювати ефективність викладання, використання ресурсів і результати освітніх програм.

На соціальному рівні зростає залученість студентів. Відкритий доступ до аналітики створює відчуття відповідальності та партнерства. Освіта перетворюється на процес співпраці, а не підпорядкування.

Модель цифрової взаємодії має потенціал до масштабування на всі рівні освітньої системи. У школах вона може забезпечити індивідуальний моніторинг розвитку учнів і зворотний зв'язок між учителями та батьками. У професійній і вищій освіті – підтримувати академічну доброчесність, сертифікацію досягнень і прозорість управління. У післядипломній освіті модель може стати основою системи безперервного навчання, де дані про компетенції фіксуються у блокчейні, а аналітика допомагає формувати персональні траєкторії розвитку. На державному рівні інтеграція таких систем здатна створити національну платформу відкритої освіти, де управлінські рішення ухвалюються на основі достовірних даних.

Модель цифрової взаємодії є не лише технологічним рішенням, а концепцією нової освітньої філософії. Вона поєднує відкритість, аналітичність і довіру, перетворюючи освіту на гнучку, прозору й етичну систему, здатну до постійного розвитку та масштабування.

Висновки. Цифрова епоха докорінно змінила зміст, структуру й динаміку педагогічної взаємодії. Освіта перестала бути замкненою системою передачі знань і перетворилася на відкритий комунікаційний простір, у якому технології, аналітика й етика утворюють єдине середовище розвитку.

Цифровізація навчального процесу створила умови для інтеграції педагогічної, інформаційної та управлінської діяльності. Сучасна педагогіка спирається не лише на зміст, а й на дані – кожна дія студента чи викладача стає аналітичним показником. Завдяки цьому освіта переходить від інтуїтивного управління до доказової моделі прийняття рішень. Аналітика, блокчейн і відкриті дані забезпечують достовірність, прозорість і підзвітність усіх освітніх процесів. Це формує основу для нової освітньої доброчесності, де контроль здійснюється не адміністративно, а через цифрові механізми довіри.

Цифрова педагогіка не може існувати без програмних технологій. Мови програмування, освітні платформи, аналітичні панелі й адаптивні системи створюють структуру навчального середовища. У цій системі викладач виконує функцію аналітика, модератора й етичного орієнтира. Технологія перестає бути технічним інструментом – вона стає частиною педагогічної логіки. Програмні рішення створюють основу для персоналізації навчання, підсилюють зворотний зв’язок і забезпечують точність оцінювання.

Окрема увага приділена феномену відкритості. Відкриті дані, ресурси й технології формують середовище відповідальності, у якому знання циркулює вільно, а інформація перевіряється громадським і професійним контролем. Разом із тим відкритість вимагає етичного врівноваження. Приватність, безпека й коректне використання даних стають головними умовами довіри до цифрової освіти. Лише усвідомлена відкритість створює справжню транспарентність, а не видимість прозорості. Блокчейн у цій системі виконує роль гаранта доброчесності. Він забезпечує незмінність даних, підтвердження навчальних результатів і захист від фальсифікацій. У поєднанні з аналітичними та відкритими платформами блокчейн формує інфраструктуру довіри, у якій навчальні досягнення можна перевірити незалежно від часу й місця. Це створює підґрунтя для глобальної мобільності знань і міжнародного визнання результатів навчання.

Значну роль відіграє і цифрова культура педагогічної взаємодії. Вона визначає не лише технічні вміння, а й етичні принципи, комунікативні навички, уміння діяти в умовах відкритості та відповідальності. Викладач у цифрову добу стає посередником між технологією й людиною, а його професійність вимірюється не лише компетенціями, а й здатністю підтримувати гуманістичні цінності у цифровому середовищі. Інтегрована модель цифрової взаємодії, запропонована у дослідженні, демонструє можливість поєднання відкритих

технологій, аналітики й механізмів децентралізації в єдину систему управління освітою. Її впровадження забезпечує підвищення якості навчання, ефективності управлінських рішень і залученості студентів. Масштабування такої моделі здатне створити стійку екосистему відкритої освіти, де знання, технологія й довіра утворюють нерозривну єдність.

Цифрова взаємодія в педагогіці – це не технічний тренд, а нова форма освітнього мислення. Вона вимагає поєднання точності технологій, прозорості аналітики та моральної зрілості учасників процесу. Майбутнє освіти полягає не лише у використанні цифрових інструментів, а у формуванні культури відповідальної відкритості, яка робить навчання справедливим, гнучким і заснованим на довірі.

Список використаних джерел

O. Liashenko, O. Spirin, S. Lytvynova, O. Pinchuk, O. Ovcharuk, and A. Sukhikh, “Conceptual fundamentals for the digitalisation of the educational environment in general secondary education institutions”, ITLT, vol. 102, no. 4, pp. 1–25, Sep. 2024

Mihus, I. (2020). The main areas of the blockchain technology using in educational management. Economics, Finance and Management Review, (4), 84–88

Moodle. Home | Moodle.org. URL: https://moodle.org/ (date of access: 25.10.2025)

Coursera | Degrees, Certificates, & Free Online Courses. Coursera. URL: https://www.course-ra.org/ (date of access: 25.10.2025)

Google for Education. Google. URL: https://edu.google.com/workspace-for-education-/editions/overview/ (date of access: 25.10.2025)

Анотація

Розділ присвячено дослідженню цифрової взаємодії в педагогіці як ключового чинника транспарентності, довіри та якості сучасної освіти. У роботі проаналізовано еволюцію педагогічної комунікації, трансформацію ролі викладача в умовах цифровізації та формування нових принципів академічної доброчесності. Особливу увагу приділено впливу інформаційних технологій – аналітики, блокчейну, відкритих даних і програмних платформ на структуру, зміст і управління освітнім процесом.

У розділі запропоновано концептуальну модель цифрової взаємодії, побудовану на засадах відкритості, децентралізації та етичної відповідальності. Вона поєднує технологічні, педагогічні та управлінські компоненти в єдину систему, у якій комунікація, дані й аналітика утворюють логічний цикл навчання та вдосконалення. Детально розкрито механізми

транспарентності – довіру, зворотний зв'язок і децентралізовану перевірку результатів, а також алгоритм функціонування моделі від збору даних до їхньої верифікації.

Розроблена система демонструє практичну можливість інтеграції аналітики освітніх даних, блокчейну та відкритих ресурсів у навчальний менеджмент. Показано, що таке поєднання забезпечує доказове прийняття рішень, автоматизовану перевірку результатів і прозоре управління знаннями. Доведено, що цифрова культура педагогічної взаємодії потребує поєднання технічних компетентностей, комунікативних навичок і моральної зрілості.

Annotation

The chapter is devoted to the study of digital interaction in pedagogy as a key factor in ensuring transparency, trust, and the quality of modern education. The work analyzes the evolution of pedagogical communication, the transformation of the teacher's role in the context of digitalization, and the development of new principles of academic integrity. Special attention is given to the impact of information technologies – including analytics, blockchain, open data, and software platforms – on the structure, content, and management of the educational process.

The chapter proposes a conceptual model of digital interaction based on the principles of openness, decentralization, and ethical responsibility. It combines technological, pedagogical, and managerial components into a unified system in which communication, data, and analytics form a logical cycle of learning and improvement. The mechanisms of transparency – trust, feedback, and decentralized verification of results – are described in detail, as well as the algorithm of the model's functioning from data collection to their verification.

The developed system demonstrates the practical possibility of integrating educational data analytics, blockchain, and open resources into learning management. It is shown that such integration ensures evidence-based decision-making, automated verification of results, and transparent knowledge management. It is proved that the digital culture of pedagogical interaction requires the combination of technical competencies, communication skills, and moral maturity.

Streszczenie

Praca poświęcona jest badaniu cyfrowej interakcji w pedagogice jako kluczowego czynnika transparentności, zaufania i jakości współczesnej edukacji. W pracy przeanalizowano ewolucję komunikacji pedagogicznej, transformację roli nauczyciela w warunkach cyfryzacji oraz kształtowanie nowych zasad uczciwości akademickiej. Szczególną uwagę zwrócono na wpływ technologii informacyjnych – analityki, łańcucha bloków, otwartych danych i platform programowych – na strukturę, treść i zarządzanie procesem edukacyjnym.

W pracy zaproponowano koncepcyjny model cyfrowej interakcji, oparty na zasadach otwartości, decentralizacji i odpowiedzialności etycznej. Łączy on komponenty technologiczne, pedagogiczne i zarządcze w jeden spójny system, w którym komunikacja, dane i analityka tworzą logiczny cykl nauki i doskonalenia. Szczegółowo przedstawiono mechanizmy transparentności – zaufanie, informację zwrotną i zdecentralizowaną weryfikację wyników – a także algorytm funkcjonowania modelu od gromadzenia danych po ich weryfikację.

Opracowany system ukazuje praktyczną możliwość integracji analityki danych edukacyjnych, technologii blockchain oraz otwartych zasobów w zarządzaniu nauczaniem. Wykazano, że takie połączenie zapewnia podejmowanie decyzji opartych na dowodach, zautomatyzowaną weryfikację wyników i przejrzyste zarządzanie wiedzą. Udowodniono również, że cyfrowa kultura interakcji pedagogicznej wymaga połączenia kompetencji technicznych, umiejętności komunikacyjnych i dojrzałości moralnej.

Автор

Семененко Юрій, доктор філософії (PhD) в сфері економіки, старший викладач кафедри економічної кібернетики та інформатики Західноукраїнського національного університету. Автор понад 50 наукових та навчально-методичних праць, активний учасник різноманітних семінарів, круглих столів, всеукраїнських та міжнародних конференцій та симпозіумів.

Nadiia Khoma
Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics and Informatics,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
West Ukrainian National University (Ukraine)
Orcid ID: 0000–0003–2981–0296

CHALLENGES, ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF DIGITALISATION OF EDUCATION IN UKRAINE

Introduction. In the 21st century, digitalisation has become a key factor in socio-economic development, affecting virtually all areas of life, including education. Digital technologies are not only changing teaching methods, but also shaping a new educational ecosystem focused on openness, inclusiveness and a competence-based approach[1]. The digitalisation of education is a complex transformational process that involves the introduction of information and communication technologies (ICT) into learning processes, management practices and educational services. Ukraine, which is undergoing large-scale reforms, is actively implementing digital education tools in line with the objectives of the European Higher Education Area (EHEA) and UNESCO recommendations.

Between 2020 and 2024, the development of digital education in Ukraine accelerated significantly due to the COVID-19 pandemic, full-scale war, and the forced transition of most educational institutions to remote or blended learning formats. These challenges simultaneously acted as catalysts for investment in infrastructure, the spread of digital devices, and the development of electronic educational resources. These events not only accelerated digital transformations but also revealed systemic gaps that require comprehensive solutions. However, along with the advantages, this has also given rise to a number of risks: unequal access, a shortage of skills among teachers, problems with content quality, and cyberattacks. It has also raised questions about the sustainability, accessibility, and security of educational infrastructure. At the same time, the digitisation of education is not only a technological but also a socio-cultural phenomenon that requires new approaches to pedagogical interaction, ensuring equal access to digital resources, and preparing educators to work in a digital environment. According to data from the Ministry of Education and Science of Ukraine (MES), as of 2024, more than 82% of educational institutions used elements of online education, while in 2019 this figure did not exceed 27%[2] .

The development of digital technologies opens up new opportunities for Ukrainian education

[1] UNESCO. *Reimagining our futures together: A new social contract for education.* Paris, 2021. URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707.locale=en
[2] Ministry of Education and Science of Ukraine. *Report on the state of digital transformation in education, 2024.* Kyiv, 2024. URL: https://thedigital.gov.ua/news/regions/rezultati-tsifrovoi-transformatsii-v-regionakh-ukraini-za-2024-rik

to improve its quality, efficiency and international competitiveness. At the same time, the digitisation of education is not only a technological but also a socio-cultural phenomenon that requires new approaches to pedagogical interaction, ensuring equal access to digital resources and preparing educators to work in a digital environment.

This process is accompanied by a number of challenges: uneven access to digital resources between regions, insufficient technical infrastructure, and low levels of digital literacy among some teachers and students[3]. The digitisation of Ukrainian education remains uneven: according to the State Statistics Service, only **68% of rural schools** have stable access to high-speed internet, and the level of digital competence among teachers varies from region to region. In its report "Education at a Glance 2024", the OECD emphasises that in Ukraine there is a "strong correlation between the level of digital infrastructure development and the quality of educational outcomes".

In view of this, the relevance of the study lies in a comprehensive analysis of the current state of digitalisation of education in Ukraine, identifying its advantages, risks and directions for development until 2025.

In 2023-2025, digitalisation became one of the priority areas of Ukraine's state policy in the field of education, as confirmed by the implementation of such strategic documents as the Concept for the Development of Digital Competences (Ministry of Education and Science, 2021), the National Strategy for the Development of Education in Ukraine until 2031[4], and projects for the implementation of "Digital Education" within the framework of the "Action.Education" initiative.[5]

The aim of the study is to conduct a comprehensive analysis of the current state of digitalisation in education in Ukraine, identify its advantages and disadvantages, and develop recommendations for improving the effectiveness of digital transformation, taking into account international experience.

Presentation of the main material. Digitalisation of education in Ukraine: analytical dimension

The current state of digitalisation of education in Ukraine

The digitisation of education in Ukraine is one of the most dynamic components of the modernisation process of the national education system. Over the past five years, particularly after the COVID-19 pandemic, the pace of introducing information and communication technologies into

[3] State Statistics Service of Ukraine. Education in Ukraine: Statistical Compendium 2024. Kyiv: State Statistics Service, 2024. URL: https://iea.gov.ua/wp-content/uploads/2024/02/1-d-4_derzhavnikomunalnipryvatni_2023-2024.pdf
[4] *Strategy for the digital transformation of education and science in Ukraine for 2021–2027. Ministry of Education and Science of Ukraine, 2021.* URL: https://mon.gov.ua/news/kontseptsiya-tsifrovoi-transformatsii-osviti-i-nauki-mon-zaproshue-do-gromadskogo-obgovorennya
[5] Concept for the Development of Digital Competencies of Ukrainian Citizens, Ministry of Education and Science, 2021.

the educational process has significantly increased. According to the Ministry of Education and Science of Ukraine, as of 2024, more than 94% of general secondary education institutions have access to broadband Internet, and about 70% actively use electronic platforms for learning[1]. The most popular among them are Google Workspace for Education, Moodle, Microsoft Teams and their Ukrainian counterparts – Yedyna Shkola, Osvita.ua and Vseosvita.

The development of digital infrastructure is accompanied by the implementation of government initiatives aimed at improving the digital literacy of teaching staff. As of 2024, the "Action. Digital Education" programme has reached over 1.5 million citizens, of whom approximately 230,000 are teachers at various levels of education[6] . This indicator demonstrates a growing awareness of the role of digital competencies as one of the key factors in professional effectiveness. At the same time, according to an OECD survey (2024), only 58% of Ukrainian teachers rate their level of digital competence as sufficient for conducting online classes, which indicates significant disparities between institutional capabilities and individual skills.

According to the OECD Digital Education Outlook 2024 study, countries that systematically invest in the digitisation of education show a 7–10% increase in average educational attainment compared to control groups that have not implemented ICT tools.

At the same time, the digital transformation of education is impossible without the proper infrastructure – high-speed internet, modern computers, multimedia equipment, and digital platforms for communication. According to the Ministry of Education and Science of Ukraine (MES), as of 2024, more than 96% of schools have an internet connection, but only about 68% of them have stable broadband access.

The biggest problems are observed in rural communities, where the quality of the connection often does not allow for effective organisation of distance learning. In 2023–2025, with the support of UNICEF, the European Union and the World Bank, technical support programmes are being implemented, thanks to which educational institutions have received over 260,000 laptops and tablets for teachers and students.

At the same time, digital infrastructure should be viewed not only as a set of technical tools, but as an integrated system that includes cloud services, learning management systems (LMS), video conferencing platforms, and analytical tools for monitoring learning outcomes.

Advantages of digitising the educational process

The introduction of digital technologies into the educational process creates conditions for

[6] State Statistics Service of Ukraine. Education in Ukraine: Statistical Compendium 2024. Kyiv: Derzhstat, 2024. URL: https://iea.gov.ua/wp-content/uploads/2024/02/1-d-4_derzhavnikomunalnipryvatni_2023-2024.pdf

improving the accessibility of education, individualising learning, and expanding forms of educational interaction. Online resources allow multimedia materials, simulations, and interactive platforms to be integrated into learning, providing greater flexibility and engagement for pupils and students. A World Bank study (2024) confirms that institutions that actively use e-learning demonstrate 12-15% higher student success rates compared to traditional forms of learning.

Another advantage of digitalisation is the openness of the educational space. The ability to access courses created by leading universities around the world contributes to the integration of Ukrainian education into the global educational space. Ukrainian universities are increasingly collaborating with platforms such as Coursera, EdX, FutureLearn, and Udemy, which expands academic mobility and fosters a culture of lifelong learning.

In addition, digitisation creates favourable conditions for inclusive education. The use of speech recognition technologies, adaptive interfaces and remote platforms allows people with visual, hearing or musculoskeletal impairments to be involved in the educational process. Thus, the digital transformation of education has a powerful social and humanitarian effect, expanding the rights and opportunities of various population groups.

Challenges and limitations of digital transformation

Along with numerous advantages, digitalisation also creates new challenges. The most critical issue is the persistence of digital inequality between regions. According to the State Statistics Service, as of 2024, only 78% of educational institutions in rural areas have high-quality internet connections, while in cities this figure reaches 97%[7] . Such disparities create unequal starting opportunities for students and teachers and require targeted government policies to support remote schools.

Equally important is the issue of professional training for teachers to work in a digital environment. Teachers often face difficulties in organising distance learning, managing digital resources, and assessing students' online activity. A UNESCO report (2023) emphasises that effective digitalisation is impossible without pedagogical rethinking: digital tools should not simply complement traditional learning, but should become the basis for new methodologies focused on developing critical thinking and student autonomy[8] .

Technological risks also remain significant. Low levels of cybersecurity in some education systems, the lack of clear protocols for protecting personal data, and cases of cyberattacks on school

[7] Ministry of Education and Science of Ukraine. Report on the state of digitalisation of education in Ukraine in 2024. Kyiv: Ministry of Education and Science, 2025 [in Ukrainian]. URL: https://thedigital.gov.ua/news/regions/rezultati-tsifrovoi-transformatsii-v-regionakh-ukraini-za-2024-rik

[8] OECD. *Education Policy Outlook: Ukraine 2023.* Paris: OECD Publishing, 2023. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/11/education-policy-outlook-2023_06f957b6/f5063653-en.pdf

servers and electronic journals demonstrate the need for a systematic approach to digital protection. In addition, the psychological consequences of intensive digitalisation – overload, teacher burnout, and reduced student concentration – are becoming the subject of research by educational psychologists.

Socio-economic and pedagogical consequences of digitalisation

The digital transformation of education affects not only the quality of learning, but also socio-economic processes. According to OECD estimates (2024), a 10% increase in the digital literacy of the population correlates with an increase in the country's GDP of approximately 0.8%. This indicates a direct link between investment in digital education and national economic competitiveness. In Ukraine, this link is particularly noticeable in the context of post-war recovery, with digital skills seen as a key condition for youth employment and the development of the IT sector.

The digitisation of education has not only a technological but also a social dimension. It affects the level of social equality, access to education for vulnerable groups, and the formation of a digital culture in society.

According to ITU (2024), more than 15% of students in rural areas of Ukraine do not have permanent access to a personal device for learning, and 12% do not have stable internet access[9] . This creates the risk of **a digital divide**, which can exacerbate educational inequality.

At the same time, digital technologies open up new opportunities for **inclusive education**. The use of adaptive programmes, text and voice interfaces, translators and virtual laboratories helps to involve children with special educational needs in full-fledged learning.

An additional problem is the emotional and psychological strain on teachers and students during prolonged distance learning. This requires the development of digital well-being programmes and mental health support for those involved in the learning process.

From a pedagogical point of view, digitalisation is changing the role of the teacher from a knowledge carrier to a learning facilitator ( ). The structure of the lesson itself is also changing, becoming more interactive, gamified, and focused on the development of soft skills. However, this process requires a profound rethinking of the traditional pedagogical paradigm, as technological innovations without methodological adaptation can reduce learning effectiveness.

Table 1 presents comparative data on the level of digital integration of educational institutions of various levels in 2020–2024.

[9] ITU. *Measuring Digital Development: ICT Facts and Figures 2024*. Geneva: International Telecommunication Union, 2024. URL: https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/pages/facts/default.aspx

Table 1

Level of digital integration of educational institutions in Ukraine (2020–2024)

Year	Secondary education institutions using LMS (%)	Higher education institutions with electronic platforms (%)	Teachers with a high level of digital competence (%)
2020	35	62	24
2021	48	70	32
2022	61	79	41
2023	68	84	52
2024	74	89	63

Digitalisation has a number of advantages that determine the competitiveness of the education system:

Increased accessibility of education. Online courses, massive open online courses (MOOCs) and blended learning ensure inclusiveness.

Individualisation of learning. The use of learning analytics allows for the creation of personalised learning trajectories.

Innovation and interactivity. Digital laboratories, virtual and augmented reality, and simulators make it possible to model experiments without risk.

Effective education management. Electronic journals and automated performance monitoring systems reduce the workload on administrative staff.

The dynamics of indicators show steady growth, indicating the gradual integration of digital technologies at all levels of education. At the same time, the gap between secondary and higher education remains significant, requiring a balanced state policy.

Forecast for development until 2025 and directions for policy improvement

According to forecasts by the OECD Digital Education Outlook (2024) analytical centre, in 2025 the level of digitisation of Ukrainian education may exceed 85% in the general education sector and 95% in higher education. It is expected that almost all universities will switch to blended learning, combining face-to-face and distance learning modules. At the same time, the role of artificial intelligence in assessment, content personalisation and learning data analytics will grow.

Table 2 presents a forecast of Ukraine's education indicators for 2025 based on an extrapolation model using data from the State Statistics Service and the OECD.

Table 2

Forecast of Ukraine's education digitisation indicators for 2025

Indicator	2024 (actual)	2025 (forecast)
General education institutions with LMS (%)	7	86
Teachers with high digital competence (%)	63	75
Educational courses with AI elements (%)	18	33
Share of blended learning in higher education institutions (%)	57	6

The implementation of the predicted trends requires a number of governmental and institutional decisions. First and foremost, it is necessary to introduce a national system for monitoring the digital skills of teachers, which will allow for regular assessment of their progress. It is also important to develop a regulatory framework for the use of artificial intelligence in education, as this area is developing rapidly but remains largely unregulated by legislation. Ensuring cyber security and the ethical use of pupils' and students' personal data is another important aspect.

Thus, the digitisation of education in Ukraine has obvious strategic prospects, but requires coordinated state policy, backed by stable funding, scientific support and international cooperation. It is not only a tool for modernisation, but also the foundation for the formation of a new educational culture, at the centre of which is the individual as an active user, creator and critical thinker of the digital age.

Digital competences of teachers and students

One of the main challenges of digitalisation is the need to develop the digital skills of teaching staff. According to a study by the Ministry of Education and Science (2024), only 56% of Ukrainian teachers have sufficient digital literacy to use educational technologies effectively, while 22% require basic training[10] .

Table 3

Level of digital competencies of teachers in Ukraine, % (2024)

Competence level	Percentage of teachers (%)
High	2
Average	34
Basic	22
Low	22

[10]Ministry of Education and Science of Ukraine. Report on the state of digitalisation of education in Ukraine in 2024. Kyiv: Ministry of Education and Science, 2025[in Ukrainian].

Compared to 2019 data, there has been a 9% increase in the proportion of teachers with high digital skills, but regional disparities remain significant. In cities, the figure reaches 68%, while in rural areas it is only 39%[11] .

It should be noted that the digital competence of teachers has not only a technical but also a methodological dimension. The use of technology should not be limited to multimedia presentations – it should contribute to the development of critical thinking, collaboration skills and project-based learning.

At the same time, the development of students' digital skills shows more positive dynamics. According to OECD surveys (2023), about 74% of Ukrainian students use online platforms for self-study, and more than 60% use digital tools for team projects. This indicates that the Ukrainian education system is gradually approaching European standards of digital literacy.

Digitalisation of the educational process: forms and effectiveness

The digitisation of education is changing not only the tools, but also the very structure of the learning process. In the context of distance and blended learning, pedagogical interaction is taking on new forms, from interactive online platforms to virtual laboratories.

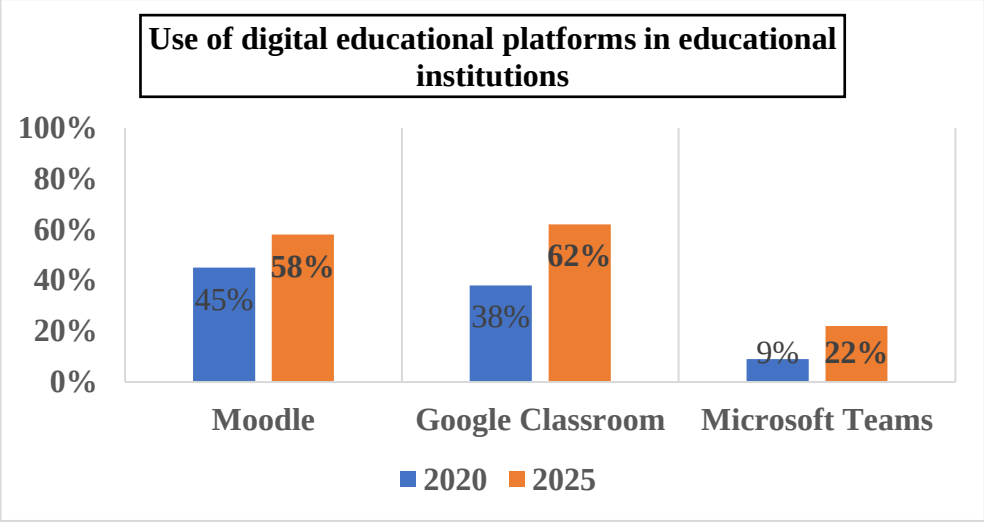


Fig. 1. Use of digital educational platforms in educational institutions (2020–2025, forecast)

The use of digital tools significantly increases the efficiency of learning organisation, but requires stable technical support and methodological assistance. According to UNESCO analysts (2023), digital platforms can reduce the time spent on administrative procedures in the learning process by up to 30%[12] .

[11] State Statistics Service of Ukraine. Education in Ukraine: Statistical Compendium 2024. Kyiv: State Statistics Service, 2024[in Ukrainian]. URL: https://iea.gov.ua/wp-content/uploads/2024/02/1-d-4_derzhavnikomunalnipryvatni_2023-2024.pdf

[12] ITU. *Measuring Digital Development: ICT Facts and Figures 2024.* Geneva: International Telecommunication Union, 2024. URL: https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/pages/facts/default.aspx

Despite positive developments, there are risks of students becoming overwhelmed with information, losing motivation due to excessive distance learning, risks of personal data leakage, lacks of funding and technical support, risks of involving third-party sources during the student's tasks and problems with academic integrity during online testing.

The main digital education platforms in Ukraine include the All-Ukrainian Online School (video lessons, tests), Prometheus and Ed-Era (massive open online courses), iLearn (preparation for the External Independent Testing), as well as Google Classroom and Moodle (learning management systems for creating courses, assignments, tests, and communication). Additionally, services such as Padlet (for collaborative work with information) and LearningApps.org (for creating interactive exercises) are used. Their main purposes are presented in the table below:

As for the quality of digital content, the lack of uniform standards for electronic resources creates challenges for ensuring the quality of education.

A significant achievement in recent years has been the introduction of a number of national educational platforms:

- All-Ukrainian Online School (VSO) – provides access to video lessons, tests and materials for pupils in grades 5-11.
- Diia.Osvita – a national hub for digital literacy, aimed at teachers and citizens.
- e-Journal and e-School – tools for digital administration of the educational process.

Thanks to these resources, education has become more flexible and open. However, there is a problem **of digital content fragmentation**: the lack of uniform quality standards and unification of teaching materials leads to uneven levels of education between different regions and schools.

An additional challenge is **the protection of personal data** of participants in the educational process. The lack of clear mechanisms for storing and using educational analytics creates risks of information leakage, especially in foreign cloud services.

Ukraine has developed a number of regulatory documents governing the process of digital transformation in education. The key document is the project **"Digital Transformation of Education and Science for 2021–2025,"** which provides for the development of infrastructure, the creation of a unified educational digital ecosystem, and support for open educational resources.

The main directions of state policy on the digitalisation of education are:

- Infrastructure – connecting all institutions to high-speed internet and providing them with computers.
- Competencies – improving the digital literacy of teachers and students.
- Digital resources – developing the national platform "All-Ukrainian Online School".
- Security – protection of personal data and cybersecurity.

The implementation of these areas will create an integrated educational environment in which teaching materials, performance analytics and management will be interconnected.Digitalisation offers significant advantages for Ukrainian education. Firstly, it expands access to high-quality educational resources regardless of location. Secondly, it ensures the individualisation of the learning process through adaptive technologies and artificial intelligence. Thirdly, it contributes to improving the efficiency of educational institutions' management by enabling the analysis of large amounts of data on learning outcomes[13] .

The OECD's forecasts for 2026 indicate that digitalisation could increase the efficiency of the Ukrainian education system by 10–13% in the medium term, provided that adequate funding and staff training are in place.

Conclusions

The digitisation of education in Ukraine is a strategic direction for the country's development, combining technological, social and pedagogical aspects. The analysis showed that despite significant problems – uneven technical support, insufficient digital literacy among teachers, and the need to update curricula – progress is steady.

The digitisation of education in Ukraine shows positive dynamics in key indicators, but requires further improvement of infrastructure, teacher training and increased security of digital services. The forecast for 2025 indicates a gradual transition to a model of "digital sustainability", where digital tools become an integral part of the educational environment.

By 2025, it is predicted that over 90% of schools will be connected to high-speed internet, and the proportion of teachers with high levels of digital competence will exceed 30%. These trends indicate Ukraine's gradual integration into the European educational space and growing potential for innovation.

At the same time, digitalisation requires not only investment in technology, but also in people – in the development of pedagogical culture, motivation and the ability to work with digital tools. It is necessary to strengthen the scientific and methodological base, provide ongoing support to teachers and students, and improve the legislative regulation of digital content and data protection.

Therefore, digitisation is not an end in itself, but a means to improve the quality, accessibility and fairness of education in Ukraine. Its effectiveness will be determined not only by the level of technology, but above all by the level of human capital capable of using it creatively.

[13] Gurzhii A. M., Prokhorenko L. I. *Digitalisation as a factor in the innovative development of education.* Information Technologies and Learning Tools. 2024. Vol. 95, No. 3. Pp. 7–21 [in Ukrainian].

References

Gurzhii A. M., Prokhorenko L. I. *Digitalisation as a factor in the innovative development of education*. Information Technologies and Learning Tools. 2024. Vol. 95, No. 3. Pp. 7–21 [in Ukrainian].

ITU. *Measuring Digital Development: ICT Facts and Figures 2024*. Geneva: International Telecommunication Union, 2024. URL: https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/pages/facts/default.aspx

Ministry of Education and Science of Ukraine. *Report on the state of digitalisation of education in Ukraine in 2024*. Kyiv: MES, 2025[in Ukrainian]. URL: https://thedigital.gov.ua/news/regions/rezultati-tsifrovoi-transformatsii-v-regionakh-ukraini-za-2024-rik

Ministry of Education and Science of Ukraine. *Concept for the development of digital competencies of Ukrainian citizens*. Kyiv: MES, 2021[in Ukrainian].

OECD. *Education Policy Outlook: Ukraine 2023*. Paris: OECD Publishing, 2023.

State Statistics Service of Ukraine. *Education in Ukraine: Statistical Compilation 2024*. Kyiv: Derzhstat, 2024 [in Ukrainian]. URL: https://iea.gov.ua/wp-content/uploads/2024/02/1-d-4_derzhavnikomunalnipryvatni_2023-2024.pdf

Ministry of Education and Science of Ukraine. Strategy for the Digital Transformation of Education and Science in Ukraine for 2021–2027. Kyiv: MES, *2021* [in Ukrainian]. URL: https://mon.gov.ua/news/kontseptsiya-tsifrovoi-transformatsii-osviti-i-nauki-mon-zaproshue-do-gromadskogo-obgovorennya

UNESCO. *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. Paris, 2021. URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707.locale=en

Abstract

The article provides a comprehensive analysis of the processes of digitalisation of education in Ukraine in the context of socio-economic transformations, martial law and integration into the European educational space. It examines the current state of the digital infrastructure of the education system, the level of training of teaching staff, and the specifics of using digital platforms and educational content. The main advantages, challenges and shortcomings of digital transformation are identified, and the social consequences and problems of accessibility to education are analysed. Particular attention is paid to the international experience of EU countries in the field of digitalisation of education, as well as the possibilities for adapting best practices to the Ukrainian context.

An analytical section was conducted using statistics and examples of support programmes (UNICEF, Device Coalition, Ministry of Education and Science, World Bank). Based on statistical

data, official reports and research, conclusions were made regarding the prospects for the further development of digital education in Ukraine. State and international initiatives were analysed, and issues of digital inequality, staffing, content quality and security were examined. Particular attention was paid to the impact of the COVID-19 pandemic and the war on the digital infrastructure of education and prospects for development. Recommendations were made to enhance the effectiveness of digital solutions and reduce the risks of social and educational inequality.

Keywords: digitisation of education, digitilisation, distance learning, digital skills, digital literacy, information and communication technologies, education in wartime, digital transformation of data protection, digital security.

Author

Nadiya Khoma, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics and Informatics at the Western Ukrainian National University (Ukraine). In 1996, she defended her thesis on "Analytical methods for finding periodic solutions to second-order hyperbolic equations." In 2001, she was awarded the academic title of Associate Professor of the Department of Automated Systems and Programming. She is the author of over 130 publications in professional and scientific periodicals, including 9 indexed in Web of Science (9 indexed in Scopus). She has participated in over 50 international and national conferences in Ukraine and abroad. She is a member of the TOBO organisation "Association of Computer Information Technology Specialists".

Мушак А. Я.,
доцент кафедри економічної кібернетики та інформатики,
кандидат технічних наук, доцент,
Західноукраїнський національний університет
ORCID ID: 0000-0002-1733-4096

ПОСЛУГОВУВАННЯ ЕЛЕМЕНТАМИ ТЕХНОЛОГІЇ КОМПОЗИЦІЙНО-СТРУКТУРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В КУРСАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Передмова

Прикладні програмні системи (ППС), які є інтелектуалізованими засобами накопичення та застосування знань про розв'язання задач в окремих предметних областях, і до яких належать навчальні програми, набули сьогодні інтенсивного розвитку та широкого використання, як нові інформаційні технології. Цим в значній мірі пояснюється підвищений попит на ППС та природня науково-практична зацікавленість спеціалістів в автоматизації громіздких, складних технологічних процесів побудови таких систем.

Останнє здійснюється в основному в трьох напрямках:

— в операційних середовищах,

— в інтегрованих середовищах програмування,

— у спеціалізованих інтегрованих середовищах.

Сьогодні для нових класів комп'ютерної техніки на перших двох напрямках розроблені потужні й досить зручні засоби. Однак, ефект від використання цих засобів знаходиться у тісній кореляції з майстерністю розробника ППС. До того ж згадані засоби базуються на так званих простих чи оверлейних структурах ППС, що часто вимагає додаткових зусиль, щоб „побороти" дефіцит оперативної пам'яті. Останнє особливо актуально для інтелектуальних ППС (по-іншому систем, що ґрунтуються на знаннях), в яких часто виникає потреба оперативно аналізувати значні об'єми інформації, а кількість оперативної пам'яті в більшості випадків незначна.

Покращити становище, а саме збільшити продуктивність праці розробників ППС, покращити якість та надійність таких систем можна шляхом вироблення уніфікованих механізмів, моделей мов, методологій побудови ППС. Саме КСМ-технологія дозволяє проектувати прикладні програми з метою наступного їх макромодульного програмування. Дана технологія дає змогу проектувати системи довільної складності та архітектури (лінійної, альтернативної, циклічної, рекурсивної, інтегрованої тощо).

Розглянемо концептуальні основи КСМ-технології.

1. Концептуальні основи макромодульного програмування

На шляху розвитку та становлення технологій програмування виникає необхідність як в створенні високоефективних методологій побудови програмних систем, так і в створенні математичного апарату для їх обґрунтування. Широкого використання і розвитку набули методології, які ґрунтуються на процедурно-орієнтованому підході, і які дозволяють вирішувати конкретні проблеми програмування. Зокрема, композиційна методологія є засобом для побудови моделей програм, адекватних їх функціональним вимогам і адаптації програм до конкретних умов застосування. Відповідний формальний апарат методології базується на композиційній алгебрі. Методологія багаторівневого структурного проектування програм використовується для проектування алгоритмів з допомогою модифікованих систем алгоритмічних алгебр — формального апарату методології. Структурна методологія разом з формальним апаратом — системою алгоритмічних алгебр задовольняє багатьом вимогам схемного проектування програм.

Відтак, можна сподіватися, що створення узагальненої методології, яка охоплює як методи побудови окремих програм, так і методи побудови програмних систем уцілому і органічно поєднує найважливіші аспекти відомих технологій програмування, а також побудова якісно нового математичного апарату, як засобу математизації програмування, дозволить підняти програмологію на якісно новий рівень розвитку. Цією новітньою методологією і є КСМ-методологія, в основі якої лежить поняття макромодуля.

Метод макромодульного програмування запропонований, як засіб для побудови ефективних композиційних моделей систем (зазвичай прикладних) із програмних об’єктів-модулів за допомогою спеціальних операцій над ними. По-іншому, синтез композиційних моделей відбувається в системі, яка задається множиною операцій K і множиною базових модулів B. Множину всіх композиційних моделей, які породжуються елементами множини B з допомогою операцій множини K позначатимемо $[B]$, а пару $\langle [B], K \rangle$, яка утворює універсальну алгебру, називатимемо алгеброю морфізмів.

Для перетворення алгебри морфізмів в алгоритмічну систему введене поняття обчислюваності морфізмів, в тому числі обчислюваності на складних структурах даних. Під обчислюваністю тут розумітимемо обчислюваність на об’єкті натуральних чисел, узагальнену лише на випадок добутку об’єктів категорії. Така інтерпретація обчислюваності, наприклад, у топосі Set є звичайною обчислюваністю n-арних функцій, заданих на натуральних

числах або, іншими словами, обчислюваністю за Т'юрінгом. Тому алгебра морфізмів як алгоритмічна система за своїми зображувальними можливостями є деяким узагальненням класичних алгоритмічних систем, таких, як машини Т'юринга, рекурсивні функції і т. п. і, таким чином, звичайна обчислюваність композиційної схеми є наслідком її категорної обчислюваності.

Відзначимо також, що досить розвинені засоби формальних перетворень композиційних моделей програм, як формул алгебри морфізмів, дозволяють здійснювати їх семантично еквівалентні перетворення з метою одержання найпридатнішої конфігурації моделей розв'язання задачі залежно від тих чи інших параметрів.

Означення обчислюваного морфізму ґрунтується на поняттях найпростіших морфізмів $s: N \to N, !: N \to 1, p_m^n : Nx \ldots xN \to N$, які апріорі вважаються обчислюваними та задані операції композиції, рекурсії і структурної суперпозиції для утворення нових морфізмів із найпростіших. Морфізм називається обчислюваним, якщо він належить замиканню множини найпростіших морфізмів відносно вищезазначених операцій.

Дане означення обчислюваності для морфізмів одержане шляхом абстрагування від конкретних елементів категорних об'єктів. Додаючи до найпростіших морфізмів елементи $x: 1 \to N$ і зберігаючи означення композиції, рекурсії і структурної суперпозиції, одержимо означення обчислюваності в точці. Зрозуміло, що в точковому топосі будь-який обчислюваний морфізм буде також і обчислюваним в точці.

Проектування модульних структур (множина B) ґрунтується на графовому зображенні алгоритмів та їх перетвореннях за допомогою класичних та спеціальних операцій відповідно до тих чи інших критеріїв якості. Цей метод побудови алгоритмів (відомий як функціональний), в значній мірі дозволяє автоматизувати процес модуляризації шляхом декомпозиції та синтезу на відповідних етапах.

Відповідно до методу макромодульного програмування наступним етапом побудови програмної системи є програмування композиційних схем над змінними предметної області і програмними модулями. Описи змінних і модулів носять декларативний характер і задаються фреймоподібними структурами. Опис композиційних схем носить процедурний характер, а відповідні засоби мають операторну природу і реалізують такі функції: виклик модуля, виклик композиційної схеми, присвоєння змінним значень логічних або арифметичних виразів, ітерації, циклу, вибору, еквівалентності змінних та ін. Допоміжний характер мають оператори: прийом та видача повідомлень, установка інтервалів реального часу і т. ін.

Для програмування композиційних схем (моделей функціонування ППС при розв'язанні прикладних програм) і відповідних об'єктів-змінних і об'єктів-модулів за методом макромодульного програмування використовується спеціально розроблена мова.

Макромодульний підхід до побудови ППС допускає глибоку формалізацію процесів синтаксичного та семантичного аналізу, що зокрема дозволяє ефективно вирішити проблеми автоматизації процесів верифікації проектів ППС і коректності композиційних схем. При цьому процес верифікації зводиться до виявлення логічних формул в тілі проекту ППС і перевірці їх загальнозначимості. Перевірка коректності композиційних схем здійснюється статично і динамічно шляхом комплексного аналізу відповідностей описів об'єктів і композиційних схем. Зрозуміло, що розв'язання цих проблем дозволяє, з одного боку, підвищити надійність створюваного програмного забезпечення, а з іншого, зменшити затрати на його розробку й супровід.

1.1. Синтаксичні моделі мов макромодульного середовища програмування. Традиційно для опису КВ-синтаксису мовних конструкцій усіх рівнів використовуються БНФ. Обмеження, які мають контекстно-залежну природу та „семантика" описуються іншими методами, втому числі й словесно. За допомогою формул ЕФС можна описувати не тільки синтаксис мовних конструкцій, а й „семантику", яка в даному контексті означає відношення між словами вхідної та вихідної мов. Одержані описи є досить виразними й наочними й, що більш важливо, здійснюються в рамках єдиного формалізму.

Наведемо синтаксис основних конструкцій мови, яка використовується для опису композиційних схем в середовищі макромодульного програмування.

Подання проблемних змінних.

<змістовна інтерпретація змінної> <послідовність символів>

<тип змінної> ЦІЛА

<тип змінної> ДІЙСНА

<тип змінної> СИМВОЛЬНА

<тип змінної> ФАЙЛ

<статус змінної> ВХІДНА

<статус змінної> ВИХІДНА

<ідентифікатор>x - <ім'я змінної>x

<ім'я змінної>x → <статус змінної>y → <тип змінної>z

→ <змістовна інтерпретація змінної>v → <значення змінної>w

→ <опис проблемної змінної>xyzvw

Подання макромодулів.

<константа> “<послідовність символів>”

<змінна>x → <параметр>x

<константа>x → <параметр>x

<параметр>x → <послідовність параметрів>x

<параметр>x → <послідовність параметрів>y → <послідовність параметрів>x,y

<послідовність параметрів>x → <список параметрів>{x}

<послідовність параметрів>x → <список параметрів>{;x}

<послідовність параметрів>x → <список параметрів>{}

<ім’я модуля>x → <список параметрів>y → <опис модуля>xy

Подання операторів.

a. Оператор виконання модуля.

<опис модуля>x → <оператор виконання модуля>exec x

b. Оператор опису альтернатив.

<логічний вираз>p → <послідовність операторів>y → <послідовність операторів>z → <оператор опису альтернатив>if p then y else z

c. Оператор типу do … while.

<логічний вираз>p → <послідовність операторів>y → <оператор опису циклу>do y while p

d. Оператор типу for.

<опис проблемної змінної>x → <значення>y → <об’єкт даних>x|y

<об’єкт даних>x|y → <опис проблемної змінної>v →

<значення>w: → <об’єкт даних>x,v|y,w

<об’єкт даних>x|y → <об’єкт даних>x|z → <об’єкт даних>x|y,z

<об’єкт даних>x|y → <блок даних><x>=<y>

<блок даних>x → <оператор опису циклу>for(x) endfor

e. Оператор присвоювання змінній значення.

<опис проблемної змінної>x → <логічний вираз>y → <оператор присвоювання змінній значення> assign(x,y)

f. Оператор виконання моделі.

<ім’я моделі>x → <оператор виконання моделі>integ x

g. Оператор затримки обчислювального процесу.

<час затримки>x → <оператор затримки обчислювального процесу> pause{x}

h. Оператор видачі інформації на екран дисплея.

<текст>x → <оператор видачі інформації на екран дисплея>print ″<текст>″

q. Оператор еквівалентних змінних.

<опис проблемної змінної>x → <опис проблемної змінної>y → <еквівалентні змінні>x=y

<еквівалентні змінні>x → <еквівалентні змінні>y → <список еквівалентних змінних>x,y

<список еквівалентних змінних>x → <оператор еквівалентних змінних> eqv(x)

p. Оператор опису моделі.

<ім’я моделі>x → <послідовність операторів>y → <оператор опису моделі>xy

1.2. Верифікація композиційних схем. Макромодульний підхід у програмуванні включає питання, які відносяться до семантичного аспекту програмування взагалі та програмуванню на описаній у пункті 1.1 мові зокрема. Деякі з них розглянемо в даному пункті. При цьому увага, головним чином, приділятиметься дослідженню конструкцій, які містять логічні формули.

Розглянемо оператор цієї мови, який задається синтаксичною формулою вигляду:

do

<послідовність операторів>

while(<логічна формула>)

Означення. Логічна формула — це ланцюжок символів, які зображаються предикатом <логічна формула> в елементарній формальній системі з аксіомами:

1. <функціональний символ> +|-|*|/;
2. <предикатний символ> <|>|=;
3. <константа>x → <терм>x
4. <проблемна змінна>x → <терм>x
5. <функціональний символ>x → <терм>y → <рм>z<терм>yxz;
6. <предикатний символ>x → <терм>y → <терм>z<атом>yxz;
7. <атом>x; → <логічна формула>x;
8. <логічна формула>x → <логічна формула>y → <логічна формула>-x|x&y|x y.

Принципове питання полягає у тому, чи є довільна логічна формула загальнозначимою, чи ні. У першому випадку розглянута вище мовна конструкція призводить до „зациклювання” композиційної схеми, яка її містить. У другому випадку цикл завершується через скінченну кількість кроків.

Відомо, що не існує алгоритму який дозволяє розпізнати загальнозначимість довільної логічної формули. Це пов'язано з існуванням нескінченної кількості можливих інтерпретацій логічних формул. Але деякі окремі результати в цьому напрямку були одержані. Основна їх ідея полягає у тому, щоб спростити перевірку загальнозначимості формул. Це було зроблено шляхом побудови спеціальної області інтерпретації логічної формули — ербранівського базису. Він означується так:

1. Для будь-якої індивідної константи a, яка входить в логічну формулу G, покладемо $a \in H_0$. Якщо G не містить індивідних констант, то вважатимемо $H_0 = (c)$.

2. Для кожного n-місного функціонального символа f та індивідних констант $a_1, \ldots, a_n \in H_0$ вважатимемо $f(a_1, \ldots, a_n) \in H_1$.

3. Для кожного n-місного функціонального символа f та термів $g(a_1, \ldots, a_n), \ldots, h(b_1, \ldots, b_n) \in H_1$ вважатимемо $f(g(a_1, \ldots, a_n), \ldots, h(b_1, \ldots, b_n)) \in H_a$.

4. І так далі.

Тоді ербранівський базис H логічної формули G є об'єднанням $H = H_0 \cup H_1 \cup \ldots$. Зрозуміло, що при відсутності функціональних та індивідних констант ербранівський базис зводиться до множини $H = \{c\}$.

Зрозуміло, що для перевірки незагальнозначимості (виконання) довільної логічної формули достатньо спростувати її на ербранівській області.

Означення. Основним прикладом диз'юнкта множини диз'юнктів S називатимемо терм, отриманий підстановкою в нього елементів ербранівського базису замість змінних.

Алгоритм доведення незагальнозначимості довільної логічної формули ґрунтується на наступній теоремі.

Теорема 1. Множина диз'юнктів S незагальнозначима тоді і тільки тоді, коли існує невиконувана множина S' основних прикладів диз'юнктів S.

Нехай існує скінченна невиконувана множина S' основних прикладів диз'юнктів S. Це значить, що в деякій інтерпретації I скінченна кількість диз'юнктів з S спростовується. Тому і S спростовується. Тобто S — незагальнозначима.

Процедура спростування полягає у наступному.

1. Перетворимо логічну формулу в КНФ.

2. Визначимо ербранівський базис множини диз'юнктів по рівням $H_0, H_1, \ldots$.

3. $i = 0$.

4. Породжуємо множину основних прикладів диз'юнктів S_i шляхом заміни змінних в S константами з H_i.

5. Якщо S_i невиконувана, незагальнозначимість S встановлена.

6. $i = i + 1$. Перехід на 4.

Цей алгоритм завершує роботу через скінченну кількість кроків, якщо множина диз'юнктів S незагальнозначима, або працює нескінченно довго в противному випадку, при умові нескінченності ербранівського базису для S.

Розглянемо послідовність операторів мови у вигляді синтаксичної формули:

do

<послідовність операторів>

assign(<проблемна змінна>,<значення проблемної змінної>)

<послідовність операторів>

while(<логічна формула>)

Присвоєння значення проблемній змінній може призвести до „зациклювання" композиційної схеми навіть при умові незагальнозначимості логічної формули.

2. Оптимізаційні задачі в моделях системи гнучкого дистанційного навчання

Засоби, що забезпечують підтримку технологічних процесів на всіх етапах життєвого циклу програмного забезпечення — від проектування, налагодження, документування та реалізації до впровадження і вдосконалення, широко відомі як CASE-інструментальні системи.

Розглянемо задачі оптимізації, що виникають на різних технологічних стадіях побудови ППС, зокрема КДН, в таких інтегрованих інструментальних середовищах. Основна увага при цьому приділена стадіям проектування ППС, підтримки їх функціонування та вдосконалення.

2.1. Стадія проектування. Проблеми оптимізації виникають майже в кожному технологічному процесі цієї стадії. Зокрема, важливими є глобальні проблеми мінімізації трудозатрат розробника ППС, мінімізація затрат часу на побудову ППС, мінімізація об'ємів документообігу та інші. Однак, названі проблеми важко піддаються формалізації і вирішуються, як правило, без застосування математичних методів. Виключенням є процес проектування модульної структури програмного забезпечення — модуляризація.

Модуляризація, як процес декомпозиції алгоритмів (програм) на модулі є одним з основних етапів проектування ППС. Важливу роль в цьому процесі відіграють вибрані

критерії якості модуляризації. З неформальних критеріїв якості часто використовуються критерій мінімізації розміру модулів (щоб їх можливо було проглядати та запам'ятовувати). Інший критерій, навпаки, направлений на мінімізацію кількості модулів в структурі.

Визначення ж оптимальності модульної структури як мінімуму економічних витрат на розробку ППС є важко формалізованим і включає занадто багато параметрів.

Для мінімізації складності ППС прийнято програми розбивати на максимально незалежні фрагменти, шляхом послаблення взаємозв'язків між ними і посилення зв'язків усередині модулів, тобто потрібно проектувати модулі з високою міцністю і слабким зчепленням. Правда, такі характеристики модуля, як міцність і зчеплення, корисні в основному при оцінюванні альтернатив, але не визначають послідовності дій при модуляризації.

Широко застосовуються неформальні методи модуляризації, які є розвитком відомих технологічних засобів проектування програм низхідним способом, що одержав свою завершеність і популярність завдяки структурному програмуванню.

Формальні методи ґрунтуються на графовому поданні програм і розв'язуванні задач загального та спеціального виду на цих графах таких, як виявлення ізоморфних компонентів графа, розгалуджених структур тощо.

Цікавим є функціональний метод модуляризації алгоритмів, який виходить з загального виду подання програм (враховуються як логічні, так і інформаційні зв'язки, допускаються альтернативні та циклічні структури) та приводить до модульної структури, що задовольняє цілому ряду неформальних критеріїв якості, серед яких: надійність, актуальність, змістовність та мінімальна надмірність системи модулів (модуль актуальний, якщо він використовується при розв'язуванні багатьох задач; модуль змістовний, якщо він розв'язує нетривіальну задачу; модуль надлишковий, якщо він дублює функцію другого модуля). ППС надійна, коли вона представлена максимально міцними та слабкими по зчепленню модулями).

Стратегічний принцип функціонального методу — аналіз найрізноманітніших алгоритмів, застосованих для розв'язування даного класу задач, з подальшою побудовою повної системи модулів, які задовольняють переліченим критеріям. Максимальна незалежність модулів та максимальний зв'язок між їх елементами, як і мінімізація числа складових елементів – модулів, забезпечується відповідними перетвореннями цього методу.

2.2. Стадія функціонування. Проблеми оптимізації, що виникають на цій стадії відносяться, в основному, до двох аспектів планування обчислень: пошуку оптимальних алгоритмів розвя'зання задач і пошуку оптимальних засобів реалізації програм.

Перший аспект проблеми можна розглядати з різних точок зору, які викликають науково-практичний інтерес.

Розглянемо спочатку суть цієї проблеми в термінах простору змінних.

Простір змінних є різновидністю простору станів на випадок програмних об'єктів. Тому далі, в основному, використовуватиметься термін „стан", маючи на увазі під цим зміст змінних.

Нехай $P=\{P_i: i=\overline{1,h}\}$ — множина програмних модулів ППС, а $X_i = X_i^a \cup X_i^r$ — множина парметрів модуля P_i, де X_i^a, X_i^r — відповідно множина аргументів (входів) та результатів (виходів) модуля $P_i \in P$.

Усі можливі підмножини множини $X=\cap^h_{i=1}X_i$ утворюють простір змінних (станів). Під станом розуміється будь-яка підмножина $\delta_i \in X$. Якщо $X_k^a \subseteq \delta_i$, то до стану δ_i може бути застосований модуль $P_k \in P$, внаслідок чого буде здійснено перехід у деякий новий стан $\delta_i \subseteq X$ такий, що $\delta_i=\delta_i \cup X_k^r$. Ясно, що змінним, які входять до X_k^a, X_k^r присвоєні конкретні значення.

Типова задача планування в таких припущеннях формулюється таким чином.

У множині модулів P знайти таку їх послідовність, застосування модулів якої призведе з початкового стану $\delta_h \subseteq X$ до деякого стану $\delta_k \subseteq X$, що включає цільовий стан $\delta_Ц \subseteq X$. При цьому вимагається, щоб така послідовність була найдешевшою (ціна послідовності модулів приймається рівною сумі цін модулів, що її складають).

Використовувані для таких цілей методи в переважній своїй більшості є розвитком відомих методів виведення в продукційних моделях подання знань систем штучного інтелекту.

Розглянемо тепер проблему вибору оптимального алгоритму в заданій множині конкуруючих алгоритмів при різних практично важливих припущеннях про властивості, особливості та режими реалізації алгоритмів.

Нехай для розв'язання задачі $z_j \in Z$ визначена множина алгоритмів $A_j \subseteq A$, за допомогою яких ця задача може бути розв'язана. Алгоритмам $A_{ji} \in A$ поставлена у відповідність послідовність характеризуючих їх параметрів $\alpha_{ji}= \{\alpha^k_{ji}: k=1, \dots, q\}$. У множині A_j потрібно вибрати алгоритм A_{je} такий, щоб

$$\phi(\alpha_{je}, \gamma_{je})=\text{ext}_i\, \phi(\alpha_{ji}, \gamma_{ji}) \qquad (1)$$

при деяких обмеженнях на α_{ji}.

Ця задача в загальному випадку є складною задачею багатокритеріальної оптимізації. З урахуванням потреб практики дана задача набуває різних часткових формулювань типу:

— серед усіх алгоритмів А знайти хоча б один алгоритм, за допомогою якого можна розв'язати дану задачу;

— у множині алгоритмів А знайти найефективніший по якомусь одному показнику, наприклад, по швидкодії, для розв'язування даної задачі та інше.

Практичний інтерес викликає пошук такого алгоритму, всі показники якого найбільш близько відповідали б вимогам користувача при розв'язуванні даної задачі. Якщо ці вимоги виражені в абсолютних одиницях значень інтегральних характеристик алгоритмів, то таку задачу можна подати у вигляді: у множині A_j знайти алгоритм A_{je} такий, який би забезпечував

$$\min_{1\le i\le m_j} \sum_{k=1}^{q} \gamma_k \left(\frac{a_k}{\alpha_{j_i k}} - 1\right)^2, \sum_{k=1}^{q} \gamma_k = 1, \alpha_{j_i k} \neq 0,$$

$\gamma_k>0$, k=1, ... , q, I=1, ... , m_j, $j\in\omega_z$,

де a_k, $\alpha_{j_i k}$ — відповідно допустиме та поточне значення характеристик алгоритмів A_{ji}.

Прирівнюванням окремих параметрів a_k до нуля можна задавати різні часткові постановки цієї задачі.

Якщо з кожною характеристикою алгоритма зв'язати їх порогові значення, то задача вибору оптимального алгоритму може бути сформульована так: у множині A_j потрібно вибрати такий алгоритм A_{ji}, характеристики якого задовольняють критерію

$$\bar{\alpha}_{j_i} = \max_{1\le i\le m_j} \left\{\bar{\alpha}_{j_i}\right\}, \ \bar{\alpha}_{j_e} > \tilde{\alpha}_j, j\in\omega_z, \qquad (2)$$

де $\bar{\alpha}_{j_i}$ — інтегральна характеристика алгоритму A_{ji}, $\tilde{\alpha}_j$ — порогове значення характеристики застосовуваності алгоритмів до задачі $z_j\in Z$.

Ясно, що більш точно застосовуваність алгоритмів A_{ji} можна описати векторами характеристик $\{\alpha_{j_i k}\}$, k=1, ... , q. Тоді задача (2) запишеться у вигляді

$$\bar{\alpha}_{j_i k} = \max_{1 \le i \le m_j} \left\{ \bar{\alpha}_{j_i k} \right\},\ \bar{\alpha}_{j_e k} > \tilde{\alpha}_{jk},\ k=1, \ldots, q,\ j \in \omega_z$$

Важливим в практичному відношенні є пошук оптимальних алгоритмів (з урахуванням їх модульної структури), що ґрунтуються на певних механізмах ведення пам'яті та режимах роботи системи.

Нехай q-й модуль (q=1, 2, ... ,ν_{ji}) алгоритму $A_{ji} \in A_j$ реалізований в μ_{ji} варіантах, а $t(\psi_{j_i q})$, $v(\psi_{j_i q})$, $\omega(\psi_{j_i q})$ — час роботи, локальна та глобальна пам'ять $\psi_{j_i q}$-ї реалізації цього модуля відповідно. Упорядкована сукупність вигляду $\psi_{ji} = (\psi_{j_i 1}, \ldots, \psi_{j_i \nu_{j_i}})$ задає схему алгоритму A_{ji} з урахуванням деякого варіанту реалізацій складових його модулів, $\psi_{ji} \in \Psi_j$.

Тоді шукається такий алгоритм $A_{ji} \in A_j$, для якого досягається

$$\min_{1 \le i \le m} \min_{\psi_{i_i} \in \Psi_{j_i}} \sum_{q=1}^{\nu_{j_i}} t(\psi_{j_i q}) \qquad (3)$$

при обмеженнях

$$\max_{q \le q \le \nu_{j_i}} \left[\nu(\psi_{j_i q}) + w(\psi_{j_i q}) \right] \le V. \qquad (4)$$

Він буде оптимальним по швидкодії в системі зі статичним розподілом пам'яті в режимі інтерпретації. Якщо ж пам'ять під глобальні змінні ведеться динамічно, то задача пошуку алгоритма, оптимального по швидкодії, зводиться до попередньої заміни (4) на

$$\max_{q \le q \le \nu_{j_i}} \nu(\psi_{j_i q}) + \sum_{q=1}^{\nu_{j_i}} \cup (\psi_{j_i q}) \le V, \qquad (5)$$

де $\sum\cup$ — сумування з урахуванням теоретико-множинної операції об'єднання.

Для режиму компіляції з аналогічним механізмом ведення глобальної пам'яті, умова (5) матиме вигляд:

$$\sum_{é=1}^{\nu_{j_i}} \nu(\psi_{j_i q}) + \sum_{q=1}^{\nu_{j_i}} \cup(\psi_{j_i q}) \le V \qquad (6)$$

Для режиму генерації критерій (3) матиме вигляд:

$$\min_{1 \le i \le m_j} \min_{\psi_{i_i} \in \Psi_{j_i}} \sum_{q=1}^{\nu_{j_i}} t(\psi_{j_i q}),$$

де $t_l(\psi_{j_i q})$ — час завантаження $\psi_{j_i q}$-ї реалізації модуля.

З урахуванням доступу алгоритмів до зовнішніх пристроїв функціонал (1) належить замінити на

$$\sum_{q=1}^{\nu_{j_i}} t(\psi_{j_i q}) + \sum_{q=1}^{\nu_{j_i}} t(\psi_{j_i q})\ \Omega(\psi_{j_i q})\ \tau_1^*], \qquad (7)$$

де $P_l(\psi_{j_i q})$ — ймовірність ініціювання обміну на l-му пристрої l=1,S; $\Omega_l(\psi_{j_i q})$ — об'єм інформації в операціях обміну $\psi_{j_i q}$-ї реалізації алгоритму на l-му пристрої; τ^*_l — час вибірки з пам'яті l-го пристрою, l=1, ... , s.

Заміною $t(\psi_{j_i q})$ на $t_l(\psi_{j_i q})$ в (7) ця задача буде відображати режим генерації. Для режиму інтерпретації з використанням динамічного ведення глобальної пам'яті пошук оптимального алгоритму по пам'яті забезпечує розв'язання наступної задачі.

Знайти алгоритм A_{je}, який забезпечує

$$\min_{1 \le i \le m_{j_i}} \min_{\psi_{i_i} \in \Psi_{j_i}} [\max_{1 \le q \le \nu_{j_i}} \nu(\psi_{j_i q}) + \sum_{q=1}^{\nu_{j_i}} \cup \omega(\psi_{j_i q})] \qquad (8)$$

при умові, що

$$\sum_{q=1}^{\nu_{j_i}} \cup t(\psi_{j_i q}) \le T;\ I=1, \dots , m_j,\ j \in \omega_z \qquad (9)$$

де T — максимально допустимий час рахування.

Якщо в задачі (7), (8) замість (7) використовувати

$$\min_{1\le i\le m_{j_i}} \min_{\psi_{i_i}\in\Psi_{j_i}} \left[\sum_{q=1}^{\nu_{j_i}}(\psi_{j_iq})+\sum_{q=1}^{\nu_{j_i}}\cup\omega(\psi_{j_iq})\right], \qquad (10)$$

то при її розв'язуванні буде враховуватись режим компіляції. Якщо в цій задачі замість (8) використати

$$\sum_{q=1}^{\nu_{j_i}} t_1(\psi_{j_iq})\le T,$$

то будуть відображені особливості режиму генерації.

Якщо в задачах типу (3), (4) або (8), (10) врахувати додатково обмеження $E[\varepsilon(\psi_{j_iq})]\le\varepsilon_0$, де E — функція обчислення абсолютної похибки реалізованого на ЕОМ алгоритму, то знайдені алгоритми A_{ji} будуть враховувати допустиму абсолютну похибку розрахунків.

Задача знадходження оптимального по точності алгоритму в множині реалізацій Ψ_{j_i} виражена критерієм

$$\min_{1\le i\le m_{j_i}} \min_{\psi_{i_i}\in\Psi_{j_i}} E[\varepsilon(\psi_{j_iq})]$$

та обмеженнями (4), або (5), або (8) і т. п.

Розглянуті задачі можуть бути розв'язані відомими методами математичного програмування. Відомі розв’язання задачі пошуку оптимального алгоритму по швидкодії в режимі компіляції зі статичним розподілом пам'яті методом вектора спаду, методом віток та меж і методом динамічного програмування при m_j =1.

Розгляенемо тепер цю проблему з точки зору мінімізації дублювання функцій в алгоритмах інтегрованої обробки даних. Її суть полягає в припущенні, що модель предметної області задана модульним ярусно-паралельним графом G*, початкові вершини якого відповідають так званим d-модулям (їх множина лінійно упорядкована певним індексом k),

кінцеві його вершини відповідають z-модулям, множина яких лінійно упорядкована індексом j, а останні вершини відповідають операційним модулям.

Підграф $G_j^{*k} \subseteq G^*$, що віповідає алгоритму розв'язку задачі z_j класу даних D_k, визначається співвідношенням

$$G_j^{*k} = \bigcup_{\nu=1}^{m_j^k} \Pi_{j\nu}^k, \qquad (11)$$

де $\Pi_{j\nu}^k$ — ν-й шлях, що веде з вершини з іменем d_k у вершину з іменем z_j, а m_j^k — кількість таких шляхів.

Якщо потрібно інтегровано розв'язати деяку підмножину зв'язаних (між собою) задач $\{z_{j1}, \ldots, z_{js}\}$ для набору початкових даних D_k, то узагальнений алгоритм їх розв'язку, що задовольняє критерію мінімального дублювання функцій, визначається відношенням:

$$G_{j_1,j_2,\ldots,j_s}^{*k} = \bigcup_{i=1}^{s} \bigcup_{\nu=1}^{m_j^k} \Pi_{j_i}^k \nu = \bigcup_{i=1}^{s} G_j^{*k} . \qquad (12)$$

Проблема планування обчислень в ППС вище висвітлювалась з точки зору „що потрібно виконати для розв'язання задачі". Існують, однак, певні труднощі при розв'язанні цієї проблеми з іншої точки зору – „як потрібно виконувати програми на ЕОМ для того, щоб забезпечити найменші втрати часу при розв'язанні прикладних задач". У тому випадку, коли потрібних ресурсів ЕОМ достатньо для звичайного розвитку обчислювального процесу, задача планування реалізації модулів на ЕОМ є ясною і в достатній мірі вивченою. Наведемо приклад, коли є потреба виконати модулі, зв'язки між якими задані графом G_j^* або $G^*_{j,j,\ldots j}$ відповідно до (11), (12), і коли час виконання модулів не лімітований. В цьому випадку дисципліну виконання модулів можна описати правилами:

1. модулі одного ярусу виконуються в довільному порядку;
2. модулі n-го ярусу можна виконати після виконання суміжних з ними модулів (n-1), (n-2), ... , 0 ярусів.

Якщо потрібно значно скоротити час розв'яку задач, то доцільно застосувати механізм паралельного виконання модулів. На багатопроцесорній обчислювальній системі можливе одночасне виконання модулів одного ярусу на різних процесорах. Стратегія планування реалізації модулів на багатопроцесорній розподіленій обчислювальній системі базується на результатах аналізу модулів графа G* по вертикалі. Вона полягає у виділенні підграфів,

розподілених між арифметичними процесорами системи таким чином, щоб реалізація модулів підграфів на відповідних процесорах була оптимальною в певному розумінні, наприклад, по критерію швидкодії. При цьому в ролі критерію відбору альтернатив частіше виступає співвідношення об'єму інформації обміну між процесорами та інтегрованою обчислюваною мірою складності алгоритму, заданого відповідним підграфом.

Розв'язування цієї задачі на однопроцесорній обчислювальній системі залежить від способів структурування програм (що дозволяє раціонально використовувати оперативну пам'ять при їх виконанні) та від можливості сумісництва операцій обміну і обробки даних, що дозволяє мінімізувати простої центрального процесора. Алгоритм планування реалізації модулів на такій ЕОМ частіше будується виходячи з інформаційної залежності модулів, оцінок часу чистого рахування та часу очікування (обміну).

Нехай G* — ярусно-паралельний інформаційний модульний граф, P — множина його вершин (модулів). Припустимо, що вершини l-го ярусу (l=1,2, ... , λ) упорядковані в послідовності $\{P_i\}_{i=1}^{l^m}$ так, щоб час очікування модуля P_m був мінімальний, а час очікування решти модулів, суміжний з часом рахування.

Наступні правила можуть бути покладені в основу алгоритму диспетчеризації модулів на однопроцесорній обчислювальній системі:

а) якщо модуль $P^1{}_i$ знаходиться в стані „обмін даними”, активізувати, тобто привести в стан „рахунок”, перший модуль i-го ярусу очікуючий активізації;

б) якщо модулі $P_1^l, \ldots, P_{l^m}^l$ завершили роботу, активізувати модуль $P^{(l+1)}$; якщо ж в цій послідовності модулів l-го ярусу модулі $P_{m_l-i}^l, P_{m_l-i+1}^l, \ldots, P_m^l$ знаходяться в стані „обмін даними”, активізувати модуль P_i^{l+1}, який є першим в послідовності $P_1^{(l+1)}, \ldots, P_{n_l+1}^{(l+1)}$, який суміжний (інформаційно-залежний) з одним із модулів $P_1^l, \ldots, P_{m_l-i-1}^l$.

Перелічені задачі можна розглядати також в умовах, коли дефіцитом є оперативна пам'ять. Найбільш загальний випадок — це ситуація, коли не вистачає оперативної пам'яті для розташування і даних і програм. В цьому плані можливі різні постановки задач планування, серед яких заслуговують на увагу наступні дві задачі, які, до речі, можуть виникати в одних і тих же проектах ППС:

— синхронізація процесу обчислень з процесом підкачування даних;

— мінімізація числа обмінів при розв'язанні задач.

Першої з них ми частково торкнулися вище. Тепер вкажемо два підходи до її практичного розв'язання. Перший з них полягає у розробці спеціального механізму синхронізації в рамках керуючої програми. Зазначимо, що в сучасних штатних ОС така задача розглядається в загальній постановці, а отже, цим можна скористатись двома способами: або пристосувати керуючу програму для передачі функцій по синхронізації процесів базовій операційній системі, або, враховуючи специфіку предметної області, реалізувати механізм в самій керуючій програмі з використанням лише окремих можливостей ОС.

Другий підхід до розв'язання цієї задачі в ППС полягає в реалізації механізмів синхронізації в самих прикладних модулях, чи у вигляді окремого процесу синхронізації з використанням відповідних можливостей системи програмування ОС.

Інший аспект проблеми „як виконувати ...” плягає в розв’язанні проблеми оптимізації за рахунок внутрішніх властивостей композиційної схеми обчислень. Формально суть розглядуваної проблеми полягає в мінімізації часу реалізації програм за рахунок оптимізуючих перетворень їх обчислювальних моделей. Іншими словами, якщо t_i — час виконання і-го оператора композиційної схеми, то необхідно перетворити обчислювальну модель так, щоб $\Sigma t_i \rightarrow \min$ при деяких обмеженнях на використовувану пам'ять і, можливо, інші ресурси.

У відповідності з технологією композиційного структурно-модульного програмування композиційна схема є програмою мовою Струмок, а в ролі оптимізуючих перетворень виступають так звані коректні трансформації, що забезпечують семантично еквівалентні перетворення програмних моделей шляхом перетворення відповідних композиційних схем. Серед таких перетворень відмітимо, наприклад, видалення надлишкового і некорисного морфізму і чистку циклу.

Зупинимось детальніше на суті цих перетворень.

Видалення надлишкового і безкорисного морфізма. В більшості випадків такі перетворення орієнтовані на лінійні композиційні моделі, які в термінології композиційного структурно-модульного програмування зображаються композицією морфізмів $f_1 \circ f_2 \circ \ldots \circ f_k$, що задовольняє умові $Strin(f_{i+1}) = Strout(f_i)$, тобто «вихідна» структура даних морфізма f_i співпадає з „вхідною” структурою даних морфізма f_{i+1}, якщо такий існує.

Означення. Морфізм f_i композиції $f_1 \circ \ldots \circ f_i \circ \ldots \circ f_k$ будемо називати безкорисним, якщо $Strout(f_{i-1})=Strin(f_{i+1})$ і $f_1 \circ \ldots \circ f_2 \circ \ldots \circ f_k = f_1 \circ \ldots \circ f_{i-1} \circ f_{i+1} \ldots \circ f_k$.

Зокрема, безкорисним буде будь-який тотожній морфізм 1, що задається співвідношеннями $1 \circ g = g$, $f \circ 1 = f$, які виконуються для довільних морфізмів f і g.

У цьому випадку трансформація композиції, що містить безкорисний морфізм, полягає в його видаленні з урахуванням проведення коректних перетворень обчислювальної моделі розв'язуваної задачі.

Означення. Морфізм f_i композиції $f_1\circ \dots \circ f_{i-1}\circ f_i\circ f_{i+1}\circ \dots \circ f_k$ будемо називати надлишковим, якщо існують морфізми g, f'_{i-1}, f'_{i+1} такі, що:

1) $f_1\circ \dots \circ f_{i-1}\circ f_i\circ f_{i+1}\circ \dots \circ f_k = f_1\circ \dots \circ f'_{i-1}\circ g\circ f'_{i+1}\circ \dots \circ f_k$

2) $String(g)\le_{in}Strin(f_i)$, $Strout(g)\le_{out}Strout(f_i)$,

де $\le_{in}$, $\le_{out}$ — відношення часткового порядку на множинах структур даних, які породженні структурами даних $Strin(f_i)$ і $Strout(f_i)$ відповідно.

Простий приклад побудови надлишкового морфізма дає наступне твердження.

Твердження. Якщо $Strin(f)\le_{in}Strin(g)$ і $g=pr\circ f$, то морфізм h надлишковий в композиції $h\circ g$.

Дійсно, в цьому випадку існує морфізм $h'=h\circ pr$ такий, що $h'\circ f= h\circ pr\circ f=h\circ g$.

Трансформація композиції, що містить надлишковий морфізм, зводиться до його перетворення, яке спрощує „вхідні" та „вихідні" структури даних з одночасним проведенням коректних перетворень обчислювальної моделі розв'язуваної задачі.

Чищення циклу. Відомо, що ефект будь-якого оптимізуючого перетворення зростає, якщо воно застосовується всередині циклів. Із достатньо великої групи перетворень, орієнтованих на оптимізацію циклічних обчислень, розглянемо так зване „чищення" циклів, яка полягає у винесенні безумовно виконуваних в ньому обчислень. Для цього використовується метод лінеаризації циклів, що зводиться до їх зображення композицією морфізмів так, що кожне виконання циклу є послідовним проходженням послідовності морфізмів композиції.

Найбільш просте перетворення циклічного морфізму do, зображеного лінеаризованою послідовністю $f_1\circ \dots \circ f_{i-1}\circ f_i\circ f_{i+1}\circ \dots \circ f_k$ з безкорисним морфізмом f_i, такою, що $Strout(f_{i-1})=Strout(f_{i+1})$ і $Strout(f_i)=Strin(f_1)$, полягає у „винесенні" морфізму f_i із цієї послідовності так, що $do=f_i\circ do'$.

Доречно відмітити, що розглянуті вище оптимізуючі перетворення композиційних моделей застосовуються у випадку, коли надлишковою чи безкорисною буде композиція морфізмів, тобто зовнішня композиційна модель. У цьому випадку перетворення трансформації зводяться до аналогічних перетворень композиції $f_1\circ \dots \circ f_{i-1}\circ F_i\circ f_{i+1}\circ \dots \circ f_k$ і її зовнішньої моделі F_i по її вилученню, спрощенню чи винесенню із циклу.

Складнішими є перетворення, які пов'язані зі спрощенням дій при виконанні арифметичних операцій всередині циклів.

Зазначимо, що оптимізуючі перетворення циклів потребують достатньо глибокого аналізу їх композиційних моделей методами алгебри морфізмів і в даний час в повному обсязі не розв'язані. З іншого боку, оптимізуючі перетворення моделей обчислень під час верифікації, які пов'язані з перевіркою циклів на завершуваність, з виявленням невідповідностей в обчислювальній моделі і моделі перетворювачів, і деякі інші реалізовані в останніх версіях вищезгаданого інструментального середовища CASE APS.

2.3. Стадія вдосконалення. Розглянемо задачі, з якими пов'язане поліпшення показників якості функціонування ППС, наприклад, збільшення значення коефіцієнта корисної дії системи чи якості виданих нею результатів. Такі задачі виникають при побудові самоудосконалюваних систем.

Найбільш простою в ідейному плані є задача актуалізації програмного забезпечення (можливостей) ППС, тобто викидання з системи складових частин, які використовуються тільки при розв'язанні неактуальних прикладних (системних) задач.

Розв'язок такої задачі здійснюється покроково і ґрунтується на результатах аналізу запитів користувачів до ППС, рівня активності їх програмних компонентів. При цьому, визначаються задачі, ймовірність появи запиту на які нижче деякого порогового значення. Такі задачі виключаються зі списку задач, що можуть бути включені в нову версію системи. Даний список можна корегувати вольовим способом, тобто в нього можна включити та (або) виключити задачі з урахуванням поглядів та рекомендацій користувачів-спеціалістів з даної предметної області.

Розглянемо удосконалення ППС як задачу підвищення її коефіцієнта корисної дії за рахунок збільшення агрегації модулів. Вона зводиться до оптимізаційної проблеми вигляду.

Нехай $\Xi=\{\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_\nu\}$ — повна група несумісних подій, $\Xi=\left\{\tilde{\xi}_1, \tilde{\xi}_2, \dots, \tilde{\xi}_\mu\right\}$ — множина елементарних подій. До того ж $(\forall\xi_i\in\Xi)\ \ (\exists\tilde{\Xi}_i \subseteq \Xi)(P(\tilde{\Xi}_i / \xi_1) = 1)$, де $P(X)$ — ймовірність випадку X.

За формулою повної ймовірності $(\forall \tilde{\xi} \in \tilde{\Xi})(P(\tilde{\xi}) = \sum_{i=1}^{\nu} P(\xi_i)P(\tilde{\xi} / \xi_i))$.

Елементарному випадку $\tilde{\xi}_i$ (j=(1, μ)) поставимо у відповідність характеристики: t_j — корисна вартість, τ_j — додаткова вартість, Ω_j — потрібні ресурси. При сумуванні випадків $\tilde{\xi}_\alpha + \xi_\delta = \tilde{\xi}_\gamma$:

$$t_\gamma = t_\alpha + t_\delta; \quad \tau_\gamma = \tau_\alpha = \tau_\delta = \tau; \quad \Omega_\gamma = \Omega_\alpha + \Omega_\delta;$$
$$P(\tilde{\xi}_\gamma) = P(\tilde{\xi}_\alpha) + P(\tilde{\xi}_\delta) - P(\tilde{\xi}_\alpha \tilde{\xi}_\delta),$$

Потрібно знайти розбиття множини $\tilde{\Xi}$: $R = \{\tilde{\Xi}_1, \ldots, \tilde{\Xi}_q\}$, що мінімізує функціонал

$$F(R) = \sum_{l=1}^{q} P(\tilde{\Xi}_l)(\tau + \sum_{\tilde{\xi}_{l_k} \in \tilde{\Xi}_l} t_{l_k})$$

при умові, що

$$\sum_{\xi_{l_k} \in \tilde{\Xi}_l} \Omega_{l_k} \le \Omega.$$

Вище припускалась постійна величина τ_j. Практично цікавим є випадок, коли $\tau_j=f(S_j)$, де S_j — множина параметрів, що характеризують події ξ_j, наприклад, $\tau_j=\tau / S_j$ (τ – витрати на обробку одного параметра). До того ж, має зміст при сумуванні подій $\tilde{\xi}_\alpha, \tilde{\xi}_\beta$ враховувати, що

$$\tau_\gamma = \tau / S_\alpha \cup S_\beta$$

Розглянемо далі задачу розміщення складових частин системи в багаторівневій пам'яті ЕОМ. Ця задача є актуальною, оскільки значна доля накладних витрат ППС є витратами на пошук інформації в пам'яті ЕОМ (особливо в пам'яті на дисках).

Припускаються заданими N рівнів пам'яті (однозв'язних областей) з відповідними періодами виборок t_j, модульний граф G*, оцінка ймовірності появи задач в завданні користувача p(z), оцінка ймовірностей застосування модулів при реалізації завдання користувача p_i, Ω_i — об'єм пам'яті, необхідний для розміщення i-го програмного модуля (i=1, ... ,m).

Якщо в кожну область пам'яті можна розмістити лише один програмний модудь довільного розміру, то визначити послідовність модулів, згідно якої їх потрібно розміщувати в пам'яті, можна на основі аналізу ймовірностей p(z), p_i та графа G*.

В загальнішому випадку ця задача зводиться до задачі цілочисельного лінійного програмування з булевими змінними.

Мінімізувати функціонал

$$F(X)=\sum_{j=1}^{N}\sum_{i=1}^{m} p_i t_j \Omega_i x_{ij}$$

при обмеженнях

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} \le m,\ \sum_{i=1}^{m} \Omega_i x_{ij} \le V_j,\ \sum_{j=1}^{N} x_{ij} = 1,\ x_{ij}\in\{0,1\},$$

де V_j — однозв'язна область пам'яті j-го рівня (j=1, ... , N), з часом вибірки t_j; p_i — оцінка ймовірностей використання i-ї компоненти; Ω_i – об’єм пам’яті, необхідний для розміщення i-ї програмної компоненти (i=1, ... , m).

На закінчення зазначимо, що перелічені задачі не вичерпують всіх оптимізаційних проблем, що виникають при розробці програмних систем — КДН за технологією КСМ-програмування. Наукові дослідження в області формалізації технологічних процесів з наступною їх оптимізацією тривають.

3. Застосування елементів технології композиційно-структурного моделювання в курсах дистанційного навчання

Основна маса дистанційних курсів, які розробляються у світі, побудовані на основі WWW-технології. Існує можливість удосконалення самого підходу до проектування та побудови такого роду навчальних програм з метою, насамперед, покращення реалізації

інтерактивності. Задля цього доцільно використати розглянені вище елементи КСМ-технології. За рахунок цього вдасться насамперед зробити процес проектування дистанційних курсів значно гнучкішим, а відтак, це дозволить зменшити «жорсткість» створюваного програмного забезпечення, що дозволить у майбутньому, при потребі, значно легше внести зміни у той чи інший курс. Іншою перевагою КСМ-технології в дистанційному навчанні є те, що завдяки їй реалізується конструктивістський підхід у навчанні.

3.1. Приклади застосування технології композиційно-структурного моделювання в курсах дистанційного навчання. Беручи до уваги природу КСМ-технології, стверджуємо, що найкраще її застосування можливе для реалізації завдань, які передбачають конструювання, зокрема для контролю отриманих студентом знань. Відтак, завдання слід розглядати як систему модулів, які взаємодіють між собою для досягнення поставленої розробниками мети в ході проектування.

Розглянемо приклади застосування КСМ-технології для реалізації завдань на сторінках дистанційних курсів.

1. Вивчення іноземних мов. Набори букв, складів чи слів, які подані в аудіоформі, розглядають як системи модулів. Відтак, розглядаємо тренувальні завдання, в яких студент самостійно (з метою вправляння) конструює: із букв склади, із букв слова, із складів слова, із слів речення. Далі йде автоматичне контролювання згенерованих студентом результатів, що завершується їх озвучуванням навчальною програмою задля запам’ятовування правильної вимови.

2. Дистанційний курс „Конструювання радіоелектронних пристроїв”. Модулями в даному разі виступатимуть резистори, конденсатори, діоди, індуктивності і т. ін. А параметрами, значення яких передаватимуться між модулями є, наприклад, сила струму та напруга.

3. Арифметика. Модулями виступатимуть арифметичні операції: додавання, віднімання, множення, ділення.

4. Побудова графіків функцій, функцій, що їх можна розглядати як композицію інших (простіших) функцій. Тут модулями виступатимуть побудови графіків лінійної, квадратичної функції і т. ін., а також функцій виду $y = |g(x)|$ чи $y = -(g(x))$, коли графік функції $y = g(x)$ побудований.

5. Диференціювання функцій. Модулі реалізують відшукання похідних завчасно встановлених функцій.

6. Геометрія. Задачі на побудову. Етап „Побудова”. Модулями виступають програми, які, наприклад, дозволяють:

- вибрати точку на площині;
- побудувати пряму;
- вибрати точку на прямій;
- побудувати відрізок, що дорівнює даному;
- побудувати коло з центром в даній точці й даного радіуса.

7. Вивчення хімії. У розпорядженні студента набір різних речовин і реакцій (модулів), за допомогою яких він повинен утворити задану речовину.

8. Вивчення логіки висловлювань. Знаходимо значення логічних виразів. В ролі модулів виступають логічні операції: кон’юнкція, диз’юнкція, імплікація, еквіваленція.

3.2. Опис реалізації прикладу застосування технології композиційно-структурного моделювання. Розглянемо, як практично реалізується один із зазначених вище прикладів застосування КСМ-технології на сторінках дистанційних курсів. Опишемо, як проектують та програмують завдання, що передбачає побудову графіків функцій.

Ще раз повертаємося до умови завдання. Потрібно розробити таку програмну установку, яка б давала змогу студентові вправлятися у побудові графіків таких функцій, які є композицією інших (простіших). Нехай такими простими функціями є функції виду $y = c(c - const)$, де $c \in R$; $y = kx + b$, де $k, b \in R$; $y = ax^2 + bx + c$, де $a, b, c \in R$; $y = p \sin kx$, де $p, k \in R$; $y = p \cos kx$, де $p, k \in R$; $y = e^{kx}$, де $k \in R$, а можливими композиціями є функція $y = f_1(x) + f_2(x)$, що є сумою двох даних функцій $f_1(x)$ та $f_2(x)$, а також функції, що містять знак модуля: $y = -(f(x))$, $y = f(|x|)$, $y = |f(x)|$, $y = |f(|x|)|$, коли $f(x)$ задана.

Очевидним є те, що собою представлятимуть модулі для даної задачі в контексті КСМ-технології — це програми, які реалізують побудову графіка того чи іншого зазначеного вище типу функції чи композиції. До модулів відноситимемо й програму, що дозволяє відображати графіки як набори пікселів, а також подає координатну площину із необхідною інфраструктурою.

Шукане програмне забезпечення написане мовою Java. Кожен модуль — це аплет. Для спрощення роботи послуговувалися інтегрованим середовищем програмування — Jbuilder 5 Personal.

У кінцевому випадку загальний вид програмної установки подано на рис. 1.

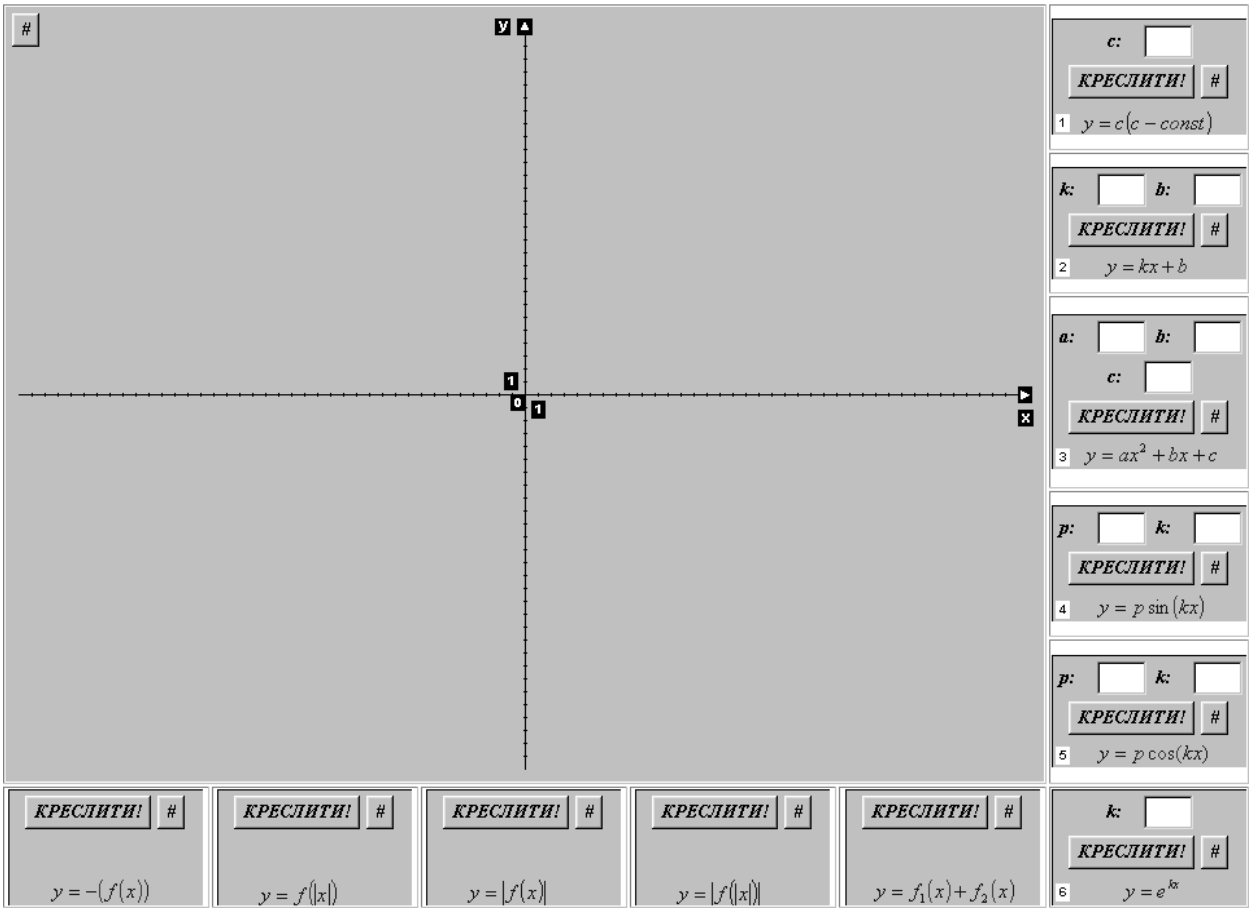


Рис. 1. Інтерфейс шуканої програмної установки

Нехай перед студентом стоїть завдання побудувати графік функції $y = -\left|3\sin 2x + \left|2x - 1\right|\right|$. Для отримання графіка шуканої функції студент повинен послідовно побудувати графіки таких функцій:

$y = g_1(x) = 2x - 1;$

$y = g_2(x) = |g_1(x)| = |2x - 1|;$

$y = g_3(x) = 3\sin 2x;$

$y = g_4(x) = g_3(x) + g_2(x) = 3\sin 2x + |2x - 1|;$

$y = g_5(x) = |g_4(x)| = \left|3\sin 2x + |2x - 1|\right|;$

$y = g_6(x) = -(g_5(x)) = -\left|3\sin 2x + |2x - 1|\right|.$

Графік функції $y = g_6(x)$ шуканий (рис. 2).

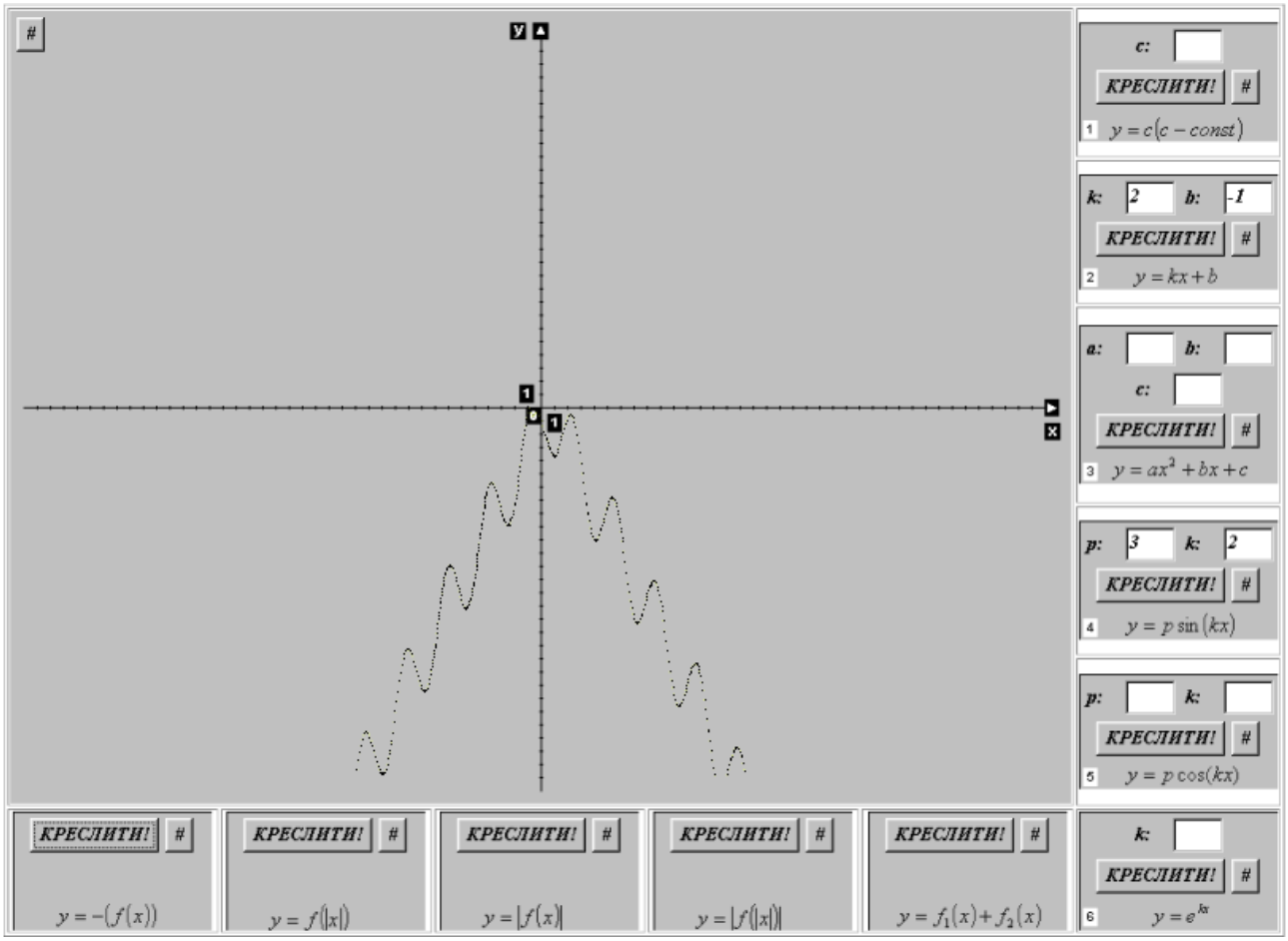


Рис. 2. Кінцевий вигляд програмної установки

Графік кожної функції $g_1(x), g_2(x), g_3(x), g_4(x), g_5(x), g_6(x)$ студент будує, послуговуючись одним із аплетів, розташованих справа та унизу програмної установки. Результат роботи того чи іншого аплета відразу ж відображається в аплеті „Координатна площина”. Побудова графіків функцій, заданих аплетами 1-6 полягає в означенні необхідних коефіцієнтів (для цього використані рядки введення) та натискуванні кнопки „КРЕСЛИТИ!”. Кнопка „#” призначена для відміни виконання операції побудови графіка функції.

Заслуговує уваги робота аплета, котрий реалізує побудову графіка функції, що є сумою двох даних функцій. Робота програмної установки спроектована так, що в загальному випадку на координатній площині відображаються графіки двох функцій, побудованих останніми. Побудова графіка ще однієї функції передбачає „втрату” графіка функції, побудованого самим першим та заміну графіка останньої функції графіком новітньої. Отже, має

місце свого роду організація даних типу „черга”. Очевидно, що в результаті побудови графіка функції $g_1(x)$ матимемо лише один набір пікселів на координатній площині. Натискування кнопки „КРЕСЛИТИ!” в даному аплеті призводить до відображення тільки одного графіка функції – суми двох даних. Призначення кнопки „#” те ж саме, що і в аплетах 1-6.

Робота аплетів, які будують графіки функцій, що містять знак модуля, зводиться до трансформації графіка функції, побудованого останнім.

Аплет „Координатна площина” містить кнопку „#”, призначення якої — повністю „очистити” координатну площину.

3.3. Організація програмного коду. Дана програмна установка — це набір аплетів, що їх зручно розглядати як кубики, спільна робота яких призводить до очікуваного результату. Вилучення одного з кубиків (окрім атлета „Координатна площина”) не впливає на роботу системи в цілому, а лише звужує клас функцій, графіки яких будує студент. Привнесення у систему ще одного кубика, що реалізує, наприклад, побудову графіка функції нового типу виконується досить легко. Це підтверджує універсальність механізму взаємодії між аплетами. Розглянемо детальніше природу передачі даних між аплетами.

Ключовим елементом механізму взаємодії між аплетами є масив значень функції, що її графік будують. Через те, що в загальному випадку в аплеті „Координатна площина” відображаються графіки двох функцій, використовують два ідентичних за своєю природою масиви. Індекси масивів є аргументами. Обчислюються значення функції для аргументів, взятих з кроком 0,1. Кожен такий аргумент — це піксел осі абсцис.

Відомо, що взаємодія між аплетами, розташованими на одній HTML-сторінці передбачає лише звертання із одного з аплетів (аплета-клієнта) до методу, означеного в іншому аплеті (аплеті-сервері). В нашому випадку аплетом-сервером є аплет „Координатна площина”; всі решта аплети є аплетами-клієнтами. У кожному із аплетів-клієнтів є звертання до методу AddPoint(int Value_Of_Function,int red_Ingrad,int green_Ingrad,int blue_Ingrad) аплета-сервера. Це реалізується за допомогою контекста аплета.

```
appletServer=getAppletContext().getApplet("CoordinatePlane");
((Applet1) appletServer).AddPoint(y,red_Ingradient,green_Ingradient,
blue_Ingradient);
```

Метод AddPoint додає у масив значень функції нову точку. Наведений вище фрагмент лістинга стверджує, що даний метод параметризований, передається не тільки значення функції, але й значення трьох величин типу int — складових кольору, що ним відображатиметься графік. Після закінчення формування масиву значень виконується метод paint(), що є перекритий нами. Завдяки цьому висвітлюється новий графік.

Натискування кнопки „#" у будь-якому аплеті-клієнті призводить до виконання методу ClearPoint() аплета-сервера, який занулює кожен із масивів, встановлює біжучий колір таким, що співпадає із кольором осі абсцис та перемальовує вікно аплета — метод repaint(). Відтак, фактично будуються два набори точок, що співпадають із віссю абсцис, а отже, є досяжною мета, заради якої реалізований даний метод — видалити графік функції.

Графік функції кожного типу будується завчасно визначеним кольором. У кожному з аплетів-клієнтів задаються трійки цілих, які є складовими вибраного кольору.

```
int y,red_Ingradient=255,green_Ingradient=100,blue_Ingradient=100;
```

Побудова графіків функцій виду $y = -(f(x)), y = f(|x|), y = |f(x)|, y = |f(|x|)|$ та $y = f_1(x) + f_2(x)$ передбачає отримання у відповідний аплет одного (Value_Of_Function_Array_Second[]) чи двох масивів (Value_Of_Function_Array_First[], Value_Of_Function_Array_Second[]) значень функції задля наступної його (їх) обробки. Для цього в аплеті „Координатна площина" визначені наведені нижче методи.

```
public int[] get_Value_Of_Function_Array_Second() {
  return Value_Of_Function_Array_Second;
  }

  public int[] get_Value_Of_Function_Array_First() {
  return Value_Of_Function_Array_First;
  }
```

Природа дії цих методів тривіальна; вони повертають масиви значень функцій. Далі, використовуючи контекст аплета, зчитуються ці дані, наприклад,

appletServer=getAppletContext().getApplet("CoordinatePlane");

Value_Of_Function_Array_Local=((Applet1) appletServer).get_Value_Of_Function_Array_Second();,

після чого йде обробка масиву Value_Of_Function_Array_Local.

3.4. Математична модель навчаючої системи. Підрозділ присвячений підходу до створення математичних методів дослідження навчаючих систем, організованих за модульним принципом. Відомо, що дослідження будь-якого об'єкта, в тому числі навчаючої системи, потребує в першу чергу створення його математичної моделі, яка залежить не тільки від природи реального об'єкта, а і від тих задач, для розв'язання яких вона створюється.

Об'єктом дослідження є навчаюча система для побудови графіків функцій. Формально суть питання полягає в наступному.

Нехай $P = \{P_l: l=1,\ldots, n\}$ — множина програмних модулів (аплетів), A_l і B_l — відповідно множини входів і виходів модуля P_l. Підмножини множини змінних $X = \bigcup_{l=1}^{n}(A_l \cup B_l)$ утворюють простір станів. Якщо, наприклад, $A_k \le \sigma \subseteq X$, то в стані σ простору станів X виконується модуль $P_k \in P$, в результаті чого відбудеться перехід в деякий новий стан $\delta \subseteq X$ такий, що $\delta = \sigma \cup B_k$. Зрозуміло, що при цьому для A_k і B_k задані конкретні значення змінних.

При таких припущеннях формулюється наступна задача (її можна віднести до задач планування обчислень в складних програмних ситемах).

В множині модулів P знайти таку їх послідовність (послідовності), виконання яких приведе із деякого початкового стану $\sigma \subseteq X$ до заключного стану $\delta \subseteq X$. При цьому заключним вважається стан, який включає наперед заданий цільовий стан.

Формальні моделі такого типу можуть бути використані при перевірці правильності розв'язання задач різних типів, зокрема задач побудови графіків функцій. Для цього наперед необхідно за вхідними даними та системою модулів предметної області дослідити питання існування розв'язку задачі, а потім знайти всі можливі розв'язки.

Розглянемо один із способів строгого розв'язання задач такого типу. Цей спосіб є деякою модифікацією запропонованого в підходу до побудови математичної моделі задачі планування обчислювального процесу в прикладних програмних системах.

Нехай $Z = \{z_i: i = 1,\ldots, n\}$ множина простих змінних, $F = \{f_i: i = 1,\ldots, m\}$ — множина функціональних змінних. Через $2^{Z\cup F}$ позначимо множину всіх підмножин множини $Z\cup F$. Множину $2^{Z\cup F}$ будемо називати множиною станів, а її елементи — станами. Множину значень D_x стану $x \in 2^{Z\cup F}$ визначимо, як декартовий добуток відповідних множин значень для кожної змінної стану і назвемо простором стану x. Стан вважається невизначеним, якщо невизначена хоча б одна змінна стану.

Операцією (модулем) назвемо відображення G простору станів D_x в простір станів D_y і позначимо $G_{<x,y>}$.

Зазначимо, що множина станів $2^{Z\cup F}$ частково впорядкована за включенням ($x \le y$, якщо $x \subseteq y$) і є булевою алгеброю з нулем рівним порожній множині і одиницею рівною $Z\cup F$.

Кожній операції $G_{<x,y>}$ поставимо у взаємно-однозначну відповідність функцію розширення $G_{<x^*,y^*>}$: $2^{Z\cup F}\to 2^{Z\cup F}$ з областю визначення $Z = \{z: z\ge x^*\}$ і областю значень $W = \{w: w\ge x^*\vee y^*\}$, причому $G_{<x^*,y^*>}(x) = x\vee y^*$. Множину функцій розширення позначимо через $\Im$.

Для функцій розширення визначимо операції їх суми і добутку наступним чином:

1. Сума функцій розширення $G_{<x^*,y^*>}$, $H_{<u^*,v^*>}$ визначається як функція $(G_{<x^*,y^*>}+ H_{<u^*,v^*>})$: $2^{Z\cup F}\to 2^{Z\cup F}$ з областю визначення $Z = \{z: z\ge x^*\vee u^*\}$ і областю значень $W = \{w: w\ge x^*\vee u^*\vee y^*\vee v^*\}$, причому

$(G_{<x^*,y^*>}+ H_{<u^*,v^*>})(x) = G_{<x^*,y^*>}(x) + H_{<u^*,v^*>}(x) = x \vee y^* \vee v^*$.

2. Добуток функцій розширення $G_{<x^*,y^*>}$, $H_{<u^*,v^*>}$ визначається як функція $(G_{<x^*,y^*>} \circ H_{<u^*,v^*>})$: $2^{Z\cup F}\to 2^{Z\cup F}$ з областю визначення $Z = \{z: z\ge u^*\vee x^*\bar{\vee}^*\}$ і областю значень $W = \{w: w\ge u^*\vee x^*\bar{\vee}^*\vee y^*\vee v^*\}$, причому

$(G_{<x^*,y^*>} \circ H_{<u^*,v^*>})(x) = G_{<x^*,y^*>}((H_{<u^*,v^*>})(x)) = x \vee y^* \vee v^*$.

Зрозуміло, що операція добутку не комутативна. Введемо складну функцію $R_{<r,\ s>}(x)$, визначивши її рекурсивно:

$R_{<r,\ s>}(x) = G_{<x^*,y^*>}(x) \mid R_{<r,\ s>}(x) + H_{<u^*,v^*>}(x) \mid R_{<r,\ s>}(x) \circ H_{<u^*,v^*>}(x) \mid$

$H_{<u^*,v^*>}(x) \circ R_{<r,\ s>}(x)$, де $G_{<x^*,y^*>}(x)$, $H_{<u^*,v^*>}(x)$ – довільні функції розширення.

Систему $C = <2^{Z\cup F}, \Im>$ будемо називати статичним комплексом.

Задачею на статичному комплексі C будемо називати пару станів $<x_0, y_0>$.

Складна функція $R_{<r,\ s>}(x)$ називається розв'язком задачі $<x_0, y_0>$ на статичному комплексі C, якщо виконуються наступні умови:

1. x_0 належить області визначення функції $R_{<r,\ s>}(x)$, тобто $x_0\in Z=\{z: z\ge r\}$.

2. $R_{<r,\ s>}(x_0) \ge y_0$.

Задача розв'язна на С, якщо існує хоча б один розв'язок задачі.

Твердження. Для того, щоб функція $R_{<r,\ s>}(x)$ була розв'язком задачі $<x_0,\ y_0>$, необхідно і достатньо, щоб виконувалась умова $x_0 \geq y_0 \bar{S} \vee r$.

Доведення цього твердження достатньо очевидне.

Алгоритм побудови розв'язку задачі $<x_0, y_0>$ на статичному комплексі С зводиться до виконання наступної послідовності кроків:

1. Покласти $W_1 = \{ G^1_{<x(j),y(j)>}(x): G^1_{<x(j),y(j)>}(x) \in \Im, x(j) \leq x_0, j = 1,\ldots, m_1\}$.

2. Нехай $G^1_{<x,y>}(x) = (\sum_{j=1}^{m_1} G^1_{<x(j),y(j)>})(x)$ і $d_1 = G^1_{<x,y>}(x_0)$, де

$x = \bigvee_{j=1}^{m_1} x(j), \quad y = \bigvee_{j=1}^{m_1} y(j)$.

3. Організуємо ітераційний процес побудови множин W_i наступним чином:

$W_i = \{G^i_{<x(j),y(j)>}(x): G^i_{<x(j),y(j)>}(x) \in \Im \setminus \bigcup_{l=1}^{i-1} W_l, x(j) \leq d_{i-1}, j = 1,\ldots, m_i\}$,

$G^i_{<x,y>}(x) = (\sum_{j=1}^{m_1} G^i_{<x(j),y(j)>})(x)$ і $d_i = G^i_{<x,y>}(d_{i-1})$, $x = \bigvee_{j=1}^{m_i} x(j), \quad y = \bigvee_{j=1}^{m_i} y(j)$.

4. Ітераційний процес зупиняється при умові $W_i = \varnothing$.

5. Якщо $W_i = \varnothing$ на k+1 кроці ітераційного процесу, то покласти

$R_{<r,\ s>}(x) = (\prod_{i=1}^{k} G^i_{<x,y>})(x)$.

Слід зазначити, що розв'язок задачі $R_{<r,\ s>}(x)$ задачі $<x_0,\ y_0>$ може бути неоптимальним, тобто може містити функції які нічого не дають для обчислення стану y_0. Якщо такі функції в розв'язок не входять, то розв'язок називається правильним.

Наступний алгоритм дозволяє (при умові, що відомі вищепобудовані множини $W_1,\ldots,W_k$) привести розв'язок до правильного вигляду:

1. Нехай i =k, $d_k^* = b_0$.

2. Будуємо множини $W_i^* \subseteq W_i$ наступним чином:

$W_i^* = \{G^i_{<x(j),y(j)>}(x): G^i_{<x(j),y(j)>}(x) \in W_i, y(j)d_i^* \neq 0\}$.

3. Якщо W_i^* непуста, то покласти

$d_{i-1}^* = d_i^* \vee \bigvee_{j=1}^{m_i^*} x(j)$.

4. Якщо i >1, то покласти i = i-1 і перейти на пункт 1. В іншому випадку — зупинитись.

5. Пронумерувавши непусті множини W_i^* від 1 до k* неважко побачити, що складна функція

$$R^*_{<r,\,s>}(x) = \left(\prod_{i=1}^{k^*} \sum_{j=1}^{m_i^*} G^i_{<x(j),y(j)>}\right)(x)$$

буде правильним розв'язком задачі $<x_0, y_0>$.

Твердження. Якщо множина $\Im$ функцій розширення така, що для будь-якої пари $G_{<x^*,y^*>}(x)$, $H_{<u^*,v^*>}(x)$ функцій цієї множини виконується умова $y^*v^* = 0$, то задача $<x_0, y_0>$ має єдиний правильний розв'язок.

Таким чином, твердження і приведені алгоритми дозволяють строго розв'язувати задачі контролю правильності виконання завдань, зокрема побудови графіків функцій. Це досягається шляхом визначення умов, при яких заданий графік можна побудувати, а також всіх можливих способів побудови графіка, які одержуємо як різні (відносно комутативності) розв'язки задачі на формальній моделі.

Як приклад, розглянемо комплекс для побудови графіків елементарних функцій, де компоненти функцій розширення мають вигляд:

$x_1^* = \{k, b, x\}$, $y_1^* = \{z_1 = kx+b\}$,

$x_2^* = \{p, n, x\}$, $y_1^* = \{z_2 = p \sin(nx)\}$,

$x_3^* = \{z_1\}$, $y_3^* = \{z_3 = |z_1|\}$,

$x_4^* = \{z_2\}$, $y_4^* = \{z_4 = |z_2|\}$,

$x_5^* = \{z_3, z_4\}$, $y_5^* = \{z_5 = z_3 + z_4\}$,

$x_6^* = \{z_1, z_2\}$, $y_6^* = \{z_6 = z_1 + z_2\}$,

$x_7^* = \{z_2, z_3\}$, $y_7^* = \{z_7 = z_2 + z_3\}$,

$x_8^* = \{z_1, z_4\}$, $y_8^* = \{z_8 = z_1 + z_4\}$,

$x_9^* = \{z_5\}$, $y_9^* = \{z_9 = |z_5|\}$,

$x_{10}^* = \{z_6\}$, $y_{10}^* = \{z_{10} = |z_6|\}$,

$x_{11}^* = \{z_7\}$, $y_{11}^* = \{z_{11} = |z_7|\}$,

$x_{12}^* = \{z_8\}$, $y_{12}^* = \{z_{12} = |z_8|\}$.

На цьому комплексі розв'язувалась задача побудови графіка функції $f(x) = |3\sin 2x + |2x-1||$, яка в термінах комплексу формулюється як задача $<r=\{k, b, x, p, n, x\}, s=\{z_{11}\}>$. Така задача має розв'язок. Складна функція $R_{<r,\,s>}(x) = G^{11}G^7G^3(G^1+G^2)(x)$ є розв'язком задачі, причому, такий розв'язок не єдиний.

Таким чином, для того, щоб побудувати графік заданої складної функції, необхідно побудувати графіки простіших функцій, наприклад, в такій послідовності: $f(x) = 2x-1$, $f(x) = 3\sin(2x)$, $f(x) = |2x-1|$, $f(x) = 3\sin 2x + |2x-1|$, $f(x) = |3\sin 2x + |2x-1||$.

PART IV

Financial Resilience in the Era of Digitalization: Transparency, Innovation, and Risk Management through Effective Interaction

Дем’янишин В. Г.,
професор кафедри фінансів ім. С. І. Юрія,
доктор економічних наук, професор,
Західноукраїнський національний університет
ORCID ID: 0000-0002-2140-1925

Кириленко О. П.,
професор кафедри фінансів ім. С. І. Юрія
доктор економічних наук, професор,
Західноукраїнський національний університет
ORCID ID: 0000-0002-5504-5519

Дем’янишин В. В.,
аспірант кафедри фінансів ім. С. І. Юрія,
Західноукраїнський національний університет
ORCID ID: 0000-0002-7485-0177

СТРАТЕГІЧНІ ЗАВДАННЯ, ЗАХОДИ ТА ІНДИКАТОРИ ЇХНЬОГО ВИКОНАННЯ СТОСОВНО РОЗВИТКУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ПУБЛІЧНИМИ ФІНАНСОВИМИ РЕСУРСАМИ

Постановка проблеми. Фінансові ресурси суспільства є серцевиною економічної системи країни. Від їхніх обсягів та ефективності використання залежить якість виконання державою своїх функцій. Тому проблема реформування управління цими ресурсами спрямована на пошуки резервів їх збільшення, раціонального розподілу, використання відповідно до стратегічних цілей суспільства є однією з найскладніших на сучасному етапі розвитку. Невід’ємним інструментом реформування такого управління є його цифровізація, яка спрямована на досягнення стратегічних орієнтирів держави шляхом прийняття раціональних управлінських рішень на основі використання оперативної, поточної інформації без втручання людського чинника. Тому дослідження стратегічних завдань, заходів та індикаторів їхнього виконання стосовно розвитку цифровізації управління публічними фінансовими ресурсами мають велике значення для сучасної науки і практики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання цифровізації економіки і частково фінансів за останні роки досліджуються вітчизняними та зарубіжними науковцями й практиками. Серед них можна виділити такі, як: Булавинець О., Гаврік Р., Галус О., Гончар Г., Іванова О., Івановська А., Коваленко Ю., Криниця С., Кужелєв М., Малярчук О., Міщенко Д., Міщенко Л., Нечипоренко А., Проценко А., Сидоренко О., Скабардін О., Хурдей В. та інші.

Не дивлячись на позитивні наукові результати, більшість актуальних проблем залишаються не вирішеними. Особливо це стосується теоретичних, методологічних і практичних засад управління публічними фінансовими ресурсами у нових історичних умовах, зокрема з урахуванням революційних змін у цифрових технологіях. Недостатньо акцентується увага на розвитку особливого напрямку цифровізації, а саме, управління публічними фінансовими ресурсами. Стрімкі зміни у світовому поступу в майбутнє свідчать про те, що вказана проблема завжди була, є і буде актуальною.

Метою дослідження є аналіз теоретичних і практичних проблем, пов’язаних з дослідженням завдань, заходів та індикаторів їхнього виконання, які стосуються розвитку цифровізації системи управління публічними фінансовими ресурсами в сучасних умовах.

Виклад основного матеріалу. Процес та система управління публічними фінансовими ресурсами регулюються Бюджетним кодексом України. У ньому передбачено основні функції та складові (бюджетне планування, виконання бюджетів, облік і звітність про виконання бюджетів, державний фінансовий контроль за дотриманням бюджетних процедур), а також елементи, ланки та органи управління публічними фінансовими ресурсам, їхня роль у системі управління[1].

Вперше про необхідність активного застосування такого інструменту на державному рівні, як широке, повсюдне запровадження ІТ-рішень та автоматизація процесів управління зазначено у Стратегії реформування системи управління державними фінансами на 2017-2020 роки, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України № 142-р від 8.02.2017 р. На той час існуючі процес та система управління обмежували можливість якісного виконання державою своїх функцій, забезпечення ІТ-безпеки, систематичне недофінансування ІТ-потреб, були перешкодою запровадженню стратегічного управління ІТ-процесами у сфері публічного управління фінансовими ресурсами. У даному документі зазначено: «Існуючі ІТ-системи є фрагментованими, автоматизація окремих функцій відбувається без належного врахування взаємозв’язків між процесами та установами. Так, наприклад, ефективність електронного обміну інформацією між Мінфіном, ДФС, Казначейством є низькою, також відсутня інтегрована база даних Мінекономрозвитку (електронна система закупівель), Мінфіну (єдиний портал використання публічних коштів) та Казначейства.

Реалізація пріоритетів реформи управління державних фінансів також ускладнюється через відсутність інтегрованої інформаційної системи для супроводження всіх стадій процесу

[1] Бюджетний кодекс України: Закон України від 08.07.2010 р. № 2456-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17#Text.

підготовки та виконання бюджету і програмного забезпечення для модернізації бухгалтерського обліку у державному секторі»[2].

Частину завдань вдалося виконати. Однак практика управлінської діяльності засвідчила про наявність інших проблем, вузьких місць та недоліків, які істотно впливали на ефективність управлінських рішень у системі управління публічними фінансовими ресурсами. Серед них можна виділити такі:

- відсутність належної інтеграції між існуючими системами Міністерства фінансів України та іншими центральними органами державної виконавчої влади України, сфера діяльності яких визначається та координується урядом держави через Міністра фінансів України;

- відсутність всеохоплюючого автоматизованого інформаційного обміну з усіма державними установами;

- відсутність в Україні єдиного сховища даних з необхідною інформацією, яка була б доступною для Міністерства фінансів України, інших міністерств, відомств та центральних установ, діяльність яких визначається й координується урядом країни через Міністра фінансів України;

- ненадійність та застарілість більшості платформ;

- дуже низькі рівень та якість автоматизації всіх внутрішніх процесів і надто високий обсяг застосування паперових носіїв інформації;

- неякісне кадрове забезпечення системи управління публічними фінансовими ресурсами.

З метою вирішення цих проблем Кабінет Міністрів України своїм розпорядженням № 1805-р від 29.12.2021 р. схвалив Стратегію реформування системи управління державними фінансами на 2022-2025 роки, у якій передбачив заходи щодо здійснення цифрового розвитку системи управління публічними фінансовими ресурсами, зокрема:

«впровадження єдиних ІТ-стандартів, розбудова Єдиної інформаційно-телекомунікаційної системи системи управління державними фінансами;

перехід на впровадження електронних послуг, зокрема впровадження сервісної моделі надання ІТ-послуг, орієнтованої на користувача;

реалізація першочергових проектів для забезпечення виконання пріоритетних завдань;

унеможливлення впливу людського фактора на автоматичну обробку інформації;

збереження та підсилення кадрового потенціалу;

[2] Стратегія реформування системи управління державними фінансами на 2017-2020 роки: Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8.02.2017 р. № 142-р. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/142-2017-р.

захист інформації, яка обробляється в Єдиній інформаційно-комунікаційній системі системи управління державними фінансами»[3].

Виконання цих заходів вимагало прийняття Кабінетом Міністрів України розпорядження № 1467-р від 17 листопада 2021 р. про схвалення Стратегії здійснення цифрового розвитку, цифрових трансформацій і цифровізації системи управління державними фінансами на період до 2030 року з наступним внесенням урядом необхідних уточнень та змін відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України № 464-р від 13 травня 2025 р. У цьому документі узагальнені проблеми, які уповільнюють темпи загальної цифровізації трансформації системи управління публічними фінансовими ресурсами, до яких віднесено:

«низький рівень автоматизації та інтеграції процесів між інформаційними системами суб’єктів системи управління державними фінансами;

фрагментація інформаційного ландшафту інформаційних систем;

неузгодженість розвитку інформаційних технологій та інформаційних систем;

відсутність комплексної політики захисту інформації;

відсутність єдиних підходів до проектування інформаційних систем, які дають змогу ефективно інтегрувати між собою інформаційні системи суб’єктів системи управління державними фінансами;

відсутність інтеграції між інформаційними системами суб’єктів системи управління державними фінансами в режимі он-лайн;

часткове дублювання функціоналу, рішень і відповідних інформаційних потоків в інформаційних системах;

використання різних форматів обробки інформації, що призводить до неможливості реалізації принципу інтероперабельності інформаційних ресурсів»[4].

Найважливішим підходом до розробки і реалізації стратегічних завдань була консолідація всіх інформаційних ресурсів суб’єктів фінансових відносин на рівні Міністерства фінансів України, а також упорядкування адміністрування цих ресурсів незалежним адміністратором, використовуючи хмарні технології, поетапним переходом на якісно новий рівень сервісно-орієнтованих систем, забезпечуючи доступність якісних державних послуг у режимі он-лайн.

[3] Стратегія реформування системи управління державними фінансами на 2022-2025 роки: Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 29.12.2021 р. № 1805-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1805-2021-p#Text.

[4] Стратегія здійснення цифрового розвитку, цифрових трансформацій і цифровізації системи управління державними фінансами на період до 2030 року: Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1467-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ 1467-2021-p#Text.

Метою стратегічного розвитку цифровізації системи управління публічними фінансовими ресурсами є організація та розбудова сучасної, дієвої, ефективної системи управління інформаційними технологіями з метою забезпечення належної підтримки й подальшого цифрового розвитку прозорої системи управління публічними фінансовими ресурсами.

Урядовий документ визначає шість стратегічних цілей цифровізації системи управління публічними фінансовими ресурсами, напрями їхньої реалізації, завдання та очікувані результати досягнення кожної стратегічної цілі:

Стратегічна ціль 1. Консолідація наявних інформаційних ресурсів усіх суб’єктів системи управління публічними фінансовими ресурсами на рівні Міністерства фінансів України, а також здійснення адміністрування цих ресурсів державною установою «Відкриті публічні фінанси».

Стратегічна ціль 2. Запровадження електронних послуг для всіх суб’єктів фінансових відносин.

Стратегічна ціль 3. Забезпечення реалізації першочергових проєктів для належного виконання усіх стратегічних завдань.

Стратегічна ціль 4. Виключення будь-якого впливу людського чинника на автоматичну обробку усієї наявної інформації стосовно публічних фінансових ресурсів.

Стратегічна ціль 5. Забезпечення збереження та посилення якісного кадрового потенціалу системи управління для підвищення якості й доступності інформаційно-комунікаційних систем, які включені до складу системи управління публічними фінансовими ресурсами.

Стратегічна ціль 6. Комплексне забезпечення інформаційної безпеки системи управління публічними фінансовими ресурсами.

Відповідно до перерахованих цілей Кабінет Міністрів України чітко визначив шість завдань щодо реалізації Стратегії здійснення цифрового розвитку, цифрових трансформацій і цифровізації системи управління державними фінансами, сформулював заходи по кожному завданню, індикатори, орієнтовані терміни виконання завдань та заходів, а також затвердив відповідальних за кожний захід на період до 2030 року.

Першим важливим стратегічним завданням розвитку цифровізації управління публічними фінансовими ресурсами є формування нової уніфікованої цифрової платформи системи управління публічними фінансовими ресурсами на основі хмарної інфраструктури разом з централізованим управлінням ресурсами та процесами.

Для реалізації цього завдання доцільно провести комплексне дослідження інформаційних, електронних, комунікаційних, а також інформаційно-комунікаційних систем всіх органів

державної виконавчої влади України, роботу яких організовує і координує Кабінет Міністрів України через Міністра фінансів України. Індикатором виконання цього заходу будуть звіти фінансового апарату держави (Міністерства фінансів України, Державної казначейської служби України, Державної податкової служби України, Державної митної служби України, Державної аудиторської служби України, державної установи «Відкриті публічні фінанси») про проведення таких досліджень, матеріали яких будуть використані для створення спеціальної цифрової платформи.

Важливим заходом для виконання першого завдання є формування дизайнів високого й низького рівнів приватної хмари системи управління публічними фінансовими ресурсами, а також: єдиного центру з управління проєктами, який зможе забезпечити комплексне формування та верифікацію вимог до формування, модернізації, підтримки інформаційних систем для потреб всіх суб’єктів системи управління публічними фінансовими ресурсами, подальший контроль за використанням таких систем; розгортання приватної хмари системи управління публічними фінансовими ресурсами; додаткових центрів обробки інформації з урахуванням потреб у резервуванні для всіх суб’єктів системи управління публічними фінансовими ресурсами; механізмів забезпечення консолідації інформаційної бази всіх суб’єктів системи управління публічними фінансовими ресурсами на рівні Міністерства фінансів України та забезпечення ефективного адміністрування таких інформаційних ресурсів ІТ-установою, якою буде державна установа «Відкриті публічні фінанси».

Другим стратегічним завданням розвитку цифровізації системи управління публічними фінансовими ресурсами є практичне впровадження інноваційних електронних сервісів та автоматизованих систем, які б забезпечили автоматизацію процесів, зниження ризиків, небезпек, протидії викликам, посилення аналітичного потенціалу.

Виконання цього завдання вимагає створення і впровадження в експлуатацію: інформаційно-комунікаційної системи Державної податкової служби України для проведення електронного аудиту; автоматизованої системи Державної податкової служби України з управління податковими ризиками, небезпеками та викликами; інформаційної взаємодії Державної податкової служби України, Державної казначейської служби України та суб’єктів податкових відносин, що надають платіжні послуги під час передавання платіжних інструкцій на стягнення коштів в електронній формі. Державній митній службі України доцільно забезпечити побудову та поетапне впровадження в експлуатацію програмних продуктів, які будуть складовою частиною автоматизованої системи митного оформлення «Центр». Ця служба повинна також реалізувати на практиці впровадження в експлуатацію програмного продукту для міжнародного застосування Нової комп’ютеризованої системи (NCTS Фаза 6).

Одночасно Державна митна служба України має модернізувати єдиний державний веб-портал (Єдине вікно для міжнародної торгівлі). Державній казначейській службі України та Міністерству фінансів України потрібно у першу чергу розбудувати та впровадити у практику експлуатації автоматизованої системи для формування та запровадження в електронному вигляді справ із юридичного оформлення рахунків клієнтів органів Державної казначейської служби України.

Третє стратегічне завдання розвитку цифровізації системи управління публічними фінансовими ресурсами передбачає практичне запровадження цифрових рішень для зміцнення системи державного фінансового контролю, підвищення якості прогнозування руху бюджетних коштів, верифікації даних та здійснення безперервної міжвідомчої взаємодії.

Для виконання цього завдання доцільно побудувати і впровадити в експлуатацію інформаційну систему прогнозування руху всіх коштів на Єдиному казначейському рахунку і валютних рахунках Державної казначейської служби України. Державній аудиторській службі України потрібно побудувати і реалізувати на практиці автоматизовану систему підтримки прийняття рішень органу державного фінансового контролю «Е-аудитор».

Важливим заходом для виконання третього завдання є удосконалення електронної інформаційної взаємодії суб'єктів фінансового моніторингу, інших державних органів, що беруть участь у роботі системи запобігання та протидії легалізації (відмиванню) доходів, отриманих незаконним шляхом, фінансуванню тероризму, розповсюдженню зброї масового знищення, а також цифрових технологій для проведення аналізу об'єктів фінансового моніторингу. Індикатором виконання буде удосконалена електронна інформаційна взаємодія і відповідні цифрові технології для проведення аналізу інформації у сфері фінансового моніторингу.

Державній податковій службі України доцільно розробити програмне забезпечення та впровадити на практиці технічне устаткування єдиного реєстру банківських рахунків фізичних та юридичних осіб. Міністерство фінансів України разом з Національною службою здоров'я України мають удосконалити інформаційно-аналітичну платформу електронної верифікації та моніторингу. Індикатором виконання при цьому будуть сервіси інформаційного обміну даними, на основі яких здійснюватиметься оплата наданих медичних послуг, лікарських засобів і медичних виробів за програмою медичних гарантій.

Четверте стратегічне завдання реформування та розвитку цифровізації системи управління публічними фінансовими ресурсами вимагає автоматизації процесів і захисту критичних функцій із обробки даних від впливу людського фактору за допомогою застосування незалежного моніторингу.

Для цього доцільно запровадити альтернативний спосіб захисту даних, що формують реєстратори розрахункових операцій і порядку передачі таких даних Державній податковій службі України. Державна податкова служба України разом з Міністерством фінансів України повинні запровадити на практиці апаратно-програмний комплекс для проведення контролю, зокрема здійснення моніторингу Міністерством фінансів України адміністрування Державною податковою службою України баз даних та інформаційних ресурсів. Індикатором виконання такого заходу будуть всі компоненти цього комплексу, їхнє ефективне функціонування.

Також Міністерство фінансів України й Державна податкова служба України мають визначити та реалізувати поетапні заходи, спрямовані на використання податковими органами персоніфікованої чи деперсоніфікованої інформації про платників податків. При цьому індикатором будуть інформаційні системи контролюючих органів з кодуванням чи декодуванням відкритих сьогодні персональних ідентифікаторів платників податків.

Під п’ятим завданням розвитку цифровізації системи управління публічними фінансовими ресурсами вважаємо напрацювання методів залучення висококваліфікованих фахівців з інформаційних технологій до забезпечення адміністрування інформаційно-комунікаційних систем.

Виконання цього завдання передбачає організацію та практичне застосування програми професійної підготовки, перепідготовки, розвитку, підвищення кваліфікації фахівців з інформаційних технологій у системі управління публічними фінансовими ресурсами.

Шосте стратегічне завдання стосовно розвитку цифровізації системи управління публічними фінансовими ресурсами полягає у забезпеченні та гарантуванні надійного захисту всіх інформаційних ресурсів системи управління публічними фінансовими ресурсами шляхом реалізації ефективної системи управління інформаційною безпекою.

Для належного виконання цього завдання доцільно створити дизайни високого та низького рівня операційного центру безпеки системи управління публічними фінансовими ресурсами. Важливим буде також запровадження державною установою «Відкриті публічні фінанси» управління інформаційною безпекою стандартів ISO/IEC 27001.

Міністерству фінансів України, Державній казначейській службі України, Державній податковій службі України, Державній митній службі України, Державній аудиторській службі України, Державній службі фінансового моніторингу України, державній установі «Відкриті публічні фінанси» потрібно запровадити на практиці систему управління інформаційною безпекою, розбудувати сучасний операційний центр безпеки системи управління публічними фінансовими ресурсами.

Висновки. У результаті проведеного дослідження можна зробити такі висновки.

1. Метою стратегічного розвитку цифровізації системи управління публічними фінансовими ресурсами є організація та розбудова сучасної, дієвої, ефективної системи управління інформаційними технологіями з метою забезпечення належної підтримки й подальшого цифрового розвитку прозорої системи управління публічними фінансовими ресурсами.

2. Першим важливим стратегічним завданням розвитку цифровізації управління публічними фінансовими ресурсами є формування нової уніфікованої цифрової платформи системи управління публічними фінансовими ресурсами на основі хмарної інфраструктури разом з централізованим управлінням ресурсами та процесами.

3. Другим стратегічним завданням розвитку цифровізації системи управління публічними фінансовими ресурсами є практичне впровадження інноваційних електронних сервісів та автоматизованих систем, які б забезпечили автоматизацію процесів, зниження ризиків, небезпек, протидії викликам, посилення аналітичного потенціалу.

4. Третє стратегічне завдання розвитку цифровізації системи управління публічними фінансовими ресурсами передбачає практичне запровадження цифрових рішень для зміцнення системи державного фінансового контролю, підвищення якості прогнозування руху бюджетних коштів, верифікації даних та здійснення безперервної міжвідомчої взаємодії.

5. Четверте стратегічне завдання реформування та розвитку цифровізації системи управління публічними фінансовими ресурсами вимагає автоматизації процесів і захисту критичних функцій із обробки даних від впливу людського фактору за допомогою застосування незалежного моніторингу.

6. Під п’ятим завданням розвитку цифровізації системи управління публічними фінансовими ресурсами вважаємо напрацювання методів залучення висококваліфікованих фахівців з інформаційних технологій до забезпечення адміністрування інформаційно-комунікаційних систем.

7. Шосте стратегічне завдання стосовно розвитку цифровізації системи управління публічними фінансовими ресурсами полягає у забезпеченні та гарантуванні надійного захисту всіх інформаційних ресурсів системи управління публічними фінансовими ресурсами шляхом реалізації ефективної системи управління інформаційною безпекою.

Список використаних джерел

Булавинець О. В. Вплив цифровізації на розвиток соціальних трансфертів в системі публічних фінансів. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2024. № 6(286). С. 7-14. DOI: https://doi.org/10.33216/1998-7927-2024-286-6-7-14.

Бюджетний кодекс України: Закон України від 08.07.2010 р. № 2456-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17#Text.

Гончар Г. Цифрова трансформація інституційно-аналітичного забезпечення публічних фінансів в умовах інноваційної економіки. *Економічний дискурс*. 2025. Вип. 1-2. С. 49-57. DOI: https://doi.org/10.36742/2410-0919-2025-1-6.

Іванова О., Сидоренко О., Скабардін О., Проценко А. Цифровізація державного фінансового контролю сфери публічних закупівель в Україні. *Збірник наукових праць Державного податкового університету*. 2025. № 1. С. 38-45. DOI: https://doi.org/10.32782/2617-5940.1.2025.6.

Івановська А. М., Гаврік Р. О., Галус О. О. Теоретико-правові питання визначення понять «діджиталізація», «цифровізація» та «цифрова трансформація» та їх роль у діяльності органів публічної адміністрації, що надають адміністративні послуги. *Право і суспільство*. 2024. № 5. URL: http://pravoisuspilstvo.org.ua/archive/2024/5_2024/69.pdf.

Коваленко Ю., Криниця С. Інституційне забезпечення цифрової трансформації фінансової системи України. *Соціальний розвиток: економіко-правові проблеми*. 2025. № 9. С. 1-16. DOI: https://doi.org/10.70651/3083-6018/2025.9.02.

Кужелєв М. О., Нечипоренко А. В. Цифрова трансформація бюджетної системи України: стан, виклики та перспективи. *Європейський науковий журнал Економічних та Фінансових інновацій*. 2025. № 3(17), С. 376-384. URL: https://journal.eae.com.ua/index.php/journal/article/view/563.

Малярчук О. Цифровізація в бюджетуванні: як технології змінюють фінансове планування. *Економічний дискурс*. 2024. Вип. 1-2. С. 102-111. DOI: https://doi.org/10.36742/2410-0919-2024-1-11.

Міщенко Д. А., Міщенко Л. О., Хурдей В. Д. Цифровізація публічного управління як чинник нейтралізації загроз національним інтересам. *Дніпровський науковий часопис публічного управління, психології, права*. 2025. Вип. 3. С. 34-40. DOI: https://doi.org/10.51547/ppp.dp.ua/2025.3.5.

Стратегія здійснення цифрового розвитку, цифрових трансформацій і цифровізації системи управління державними фінансами на період до 2030 року: Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1467-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ 1467-2021-р#Text.

Стратегія реформування системи управління державними фінансами на 2017-2020 роки: Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8.02.2017 р. № 142-р. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/142-2017-р.

Стратегія реформування системи управління державними фінансами на 2022-2025 роки: Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 29.12.2021 р. № 1805-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1805-2021-р#Text.

Анотація

В роботі розглянуто цифровізацію управління публічними фінансовими ресурсами як практичне використання цифрових технологій для забезпечення необхідної для суспільства прозорості, ефективності формування, розподілу та використання публічних фінансових ресурсів.

Виділено шість стратегічних цілей цифровізації системи управління публічними фінансовими ресурсами, завдання та очікувані результати досягнення кожної стратегічної цілі. Зазначено, що досконалі цифрові технології роблять процес управління публічними фінансовими ресурсами відкритішим, доступнішим та зрозумілим для всіх суб’єктів фінансових відносин. З’ясовано, що цифрові інструменти дають змогу оптимізувати розподільчі процеси, здійснювати дієвий державний фінансовий контроль за доходами і видатками, сприяти зміцненню фінансової дисципліни.

Запропоновано основні стратегічні напрями здійснення цифрового розвитку, цифрових трансформацій і цифровізації системи управління публічними фінансовими ресурсами відповідно до стратегії економічного і соціального розвитку суспільства.

Ключові слова: цифровізація, цифрові технології, публічні фінанси, управління публічними фінансовими ресурсами, стратегічні цілі, фінансові ресурси, фінансовий контроль, фінансові проєкти.

Abstract

The paper considers the digitization of public financial resource management as the practical use of digital technologies to ensure the transparency, efficiency of formation, distribution, and use of public financial resources necessary for society.

Six strategic goals of digitizing the public financial resource management system, tasks, and expected results of achieving each strategic goal are identified. It is noted that advanced digital technologies make the process of managing public financial resources more open, accessible, and

understandable for all participants in financial relations. It has been established that digital tools make it possible to optimize distribution processes, exercise effective state financial control over revenues and expenditures, and contribute to strengthening financial discipline.

The main strategic directions for digital development, digital transformation, and digitization of the public financial resource management system in accordance with the strategy of economic and social development of society are proposed.

Keywords: digitalization, digital technologies, public finances, public financial resource management, strategic goals, financial resources, financial control, financial projects.

Streszczenie

W pracy omówiono cyfryzację zarządzania publicznymi zasobami finansowymi jako praktyczne wykorzystanie technologii cyfrowych w celu zapewnienia niezbędnej dla społeczeństwa przejrzystości, efektywności tworzenia, dystrybucji i wykorzystania publicznych zasobów finansowych.

Wyróżniono sześć strategicznych celów cyfryzacji systemu zarządzania publicznymi zasobami finansowymi, zadania i oczekiwane wyniki osiągnięcia każdego celu strategicznego. Wskazano, że doskonałe technologie cyfrowe sprawiają, że proces zarządzania publicznymi zasobami finansowymi staje się bardziej otwarty, dostępny i zrozumiały dla wszystkich podmiotów stosunków finansowych. Stwierdzono, że narzędzia cyfrowe umożliwiają optymalizację procesów dystrybucji, skuteczny państwowy kontrolę finansową dochodów i wydatków oraz przyczyniają się do wzmocnienia dyscypliny finansowej.

Zaproponowano główne strategiczne kierunki realizacji rozwoju cyfrowego, transformacji cyfrowej i cyfryzacji systemu zarządzania publicznymi zasobami finansowymi zgodnie ze strategią rozwoju gospodarczego i społecznego społeczeństwa.

Słowa kluczowe: cyfryzacja, technologie cyfrowe, finanse publiczne, zarządzanie publicznymi zasobami finansowymi, cele strategiczne, zasoby finansowe, kontrola finansowa, projekty finansowe.

Автори

Дем’янишин Василь Григорович – професор кафедри фінансів ім. С. І. Юрія Західноукраїнського національного університету, доктор економічних наук, професор, академік Академії економічних наук України, Заслужений працівник освіти України. Вищу освіту здобув у Тернопільському фінансово-економічному інституті за спеціальністю «Фінанси та кредит». Працював на різних посадах від викладача кафедри фінансів – до

проректора. Докторську дисертацію захистив у 2010 р. на тему «Формування і реалізація бюджетної доктрини України».

Стаж науково-педагогічної роботи у вищих навчальних закладах – 49 років, у тому числі у ЗУНУ – 49 років. Був членом спеціалізованих вчених рад з присудження наукового ступеня доктора наук у Західноукраїнському національному університеті, Львівському національному університеті ім. Івана Франка

Коло наукових інтересів – державна фінансова політика, управління публічними фінансами. Опублікував біля 300 наукових та навчально-методичних праць. Брав участь у міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях. Пройшов Міжнародні науково-методологічні стажування у різних вітчизняних та зарубіжних навчальних та наукових закладів.

Нагороджений знаками МОН України «Відмінник освіти України» та «Петро Могила», нагрудним знаком «Почесний професор університету», Грамотою Верховної Ради України.

Кириленко Ольга Павлівна – професор кафедри фінансів ім. С. І. Юрія Західноукраїнського національного університету, доктор економічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України. Вищу освіту здобула у Тернопільському фінансово-економічному інституті за спеціальністю «Фінанси та кредит». Працювала в науково-дослідному секторі, а також на різних педагогічних посадах від викладача – до завідувача кафедри. Докторську дисертацію захистила у 2002 р. на тему «Місцеві бюджети в економічній системі держави».

Стаж науково-педагогічної роботи – 39 років. Є членом спеціалізованої вченої ради з присудження наукового ступеня доктора наук у Західноукраїнському національному університеті; була також членом спеціалізованої вченої ради в Університеті банківської справи НБУ. Є заступником головного редактора фахового видання «Світ фінансів», член редколегії фахових видань «Фінанси України» та «Вісник економіки».

Коло наукових інтересів – управління публічними фінансами. Опублікувала понад 300 наукових та навчально-методичних праць. Бере участь у міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях. Регулярно проходить стажування та підвищення кваліфікації у вітчизняних та зарубіжних навчальних і наукових закладах.

Нагороджена Почесною грамотою Кабінету Міністрів України, нагрудними знаками «Відмінник освіти», «За наукові досягнення», «Почесний професор університету», грамотами Міністерства освіти і науки України.

Дем’янишин Василь Васильович – аспірант кафедри фінансів ім. С. І. Юрія Західноукраїнського національного університету. Вищу магістерську освіту здобув у Тернопільській академії народного господарства за спеціальністю «Фінанси». Працював на різних посадах в органах Державної казначейської служби України, а також молодшим науковим співробітником Науково-дослідної частини Тернопільського національного економічного університету.

Анна Іванова
доцент кафедри фінансів ім. С. І. Юрія,
кандидат економічних наук, доцент,
Західноукраїнський національний університет (Україна)
https://orcid.org/0000-0002-6932-8800

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОПОДАТКУВАННІ: ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ

Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується стрімкою цифровою трансформацією, що охоплює всі сфери суспільного життя, зокрема систему державних фінансів і оподаткування. Під впливом інноваційних технологій змінюються не лише механізми адміністрування податків, а й концепція взаємодії між державою, бізнесом і громадянами. У глобальному вимірі цифровізація податкової системи стає основою для формування інтелектуальних фіскальних інститутів, які здатні забезпечити фінансову стабільність, прозорість і прогнозованість бюджетних надходжень.

Для України цей процес має особливо важливе значення в умовах післявоєнного відновлення, адаптації до стандартів Європейського Союзу та необхідності зміцнення фінансової стійкості держави. Впровадження цифрових технологій у податкову сферу сприяє зниженню рівня тіньової економіки, підвищенню ефективності адміністрування, скороченню витрат бізнесу та посиленню довіри до фіскальних інституцій. Разом із тим зростає потреба у вирішенні низки проблем – від забезпечення кібербезпеки та захисту персональних даних до усунення цифрової нерівності та створення сприятливого правового середовища для інновацій.

Проблематика дослідження набуває особливої значущості, оскільки інноваційні технології – такі як штучний інтелект, роботизована автоматизація процесів (RPA), блокчейн, хмарні рішення та цифрові валюти центральних банків (CBDC) – формують нову архітектуру податкового адміністрування. Вона ґрунтується на принципах прозорості, швидкості, інклюзивності та кіберстійкості, створюючи передумови для підвищення стійкості державних фінансів і забезпечення макроекономічної безпеки.

Особливого значення ці процеси набувають у контексті розвитку цифрової економіки України, коли держава поступово переходить до моделі «data-driven taxation» – оподаткування, заснованого на даних. Це зумовлює необхідність наукового осмислення взаємозв'язку між технологічними інноваціями в оподаткуванні та їхнім впливом на фінансову стабільність і довгострокову фіскальну ефективність.

Мета дослідження полягає у визначенні ролі та потенціалу інноваційних технологій у трансформації податкової системи України, оцінці їхнього впливу на фінансову стійкість держави, а також у виявленні основних викликів і можливостей, що супроводжують цей процес.

У 2025 році цифрові технології стали визначальним чинником трансформації системи оподаткування, кардинально змінюючи взаємодію між державою, бізнесом і громадянами. Використання штучного інтелекту, роботизованої автоматизації процесів (RPA), технологій блокчейн, хмарних рішень та цифрових валют центральних банків (CBDC) формує нову модель податкового адміністрування, що ґрунтується на принципах прозорості, швидкості, інклюзивності та кіберстійкості. Для України цей процес набуває особливого значення в умовах розвитку цифрової економіки, адаптації до європейських стандартів та посилення глобальної конкуренції. Цифровізація податкових відносин не лише підвищує ефективність адміністрування, а й стає фундаментом фінансової стійкості держави, забезпечуючи стабільність бюджетних доходів, оптимізацію фіскального навантаження та підвищення довіри до державних інституцій.

Цифровізація податкової системи передбачає не лише автоматизацію облікових і контрольних процесів, а й трансформацію фіскальної функції держави у напрямі формування інтегрованого інформаційно-аналітичного середовища, здатного забезпечувати аналітичну підтримку управлінських рішень. Як зазначають Ю. Павлютін[1], Л. Сідельникова[2], В. Сідляр та С. Герчаківський[3], сучасна податкова система повинна виконувати не лише фіскальну, а й аналітичну, сервісну та прогностичну функції, базуючись на цифрових технологіях, великих даних і штучному інтелекті. Це означає, що держава переходить від моделі «контролюючого органу» до моделі сервісного та аналітичного управління, у якій податкові рішення приймаються на основі даних (data-driven taxation).

Згідно з Національною стратегією доходів до 2030 року[4], цифровізація є ключовим напрямом реформування податкової служби. Передбачається інтеграція баз даних, розвиток інтелектуальних систем ризик-менеджменту, автоматизація адміністрування податків і посилення кіберзахисту.

---

[1] Павлютін Ю. М. Цифровізація системи податкового адміністрування: національний та іноземний досвід. *Правова позиція.* 2023. № 3. С. 145–148. DOI: https://doi.org/10.32782/2521-6473.2023-3.28.

[2] Сідельникова Л. П. Сучасні виклики та новітні асиметрії фіскального простору держави. *Актуальні проблеми розвитку економіки регіону.* 2024. Т. 1, № 20. С. 293–305. DOI: https://doi.org/10.15330/apred.1.20.293-305.

[3] Сідляр В., Герчаківський С., Косс С. Цифровізація податкового адміністрування в контексті підвищення ефективності оподаткування малого та середнього бізнесу. *Світ фінансів.* 2024. № 4 (81). С. 75–88. DOI: 10.35774/SF2024.03.075

[4] Національна стратегія доходів до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 27.12.2023 р. № 1218-р. URL : https://mof.gov.ua/storage/files/National%20Revenue%20Strategy_2030_.pdf.

Такі підходи узгоджуються з концепцією «Податкове адміністрування 3.0», що розвивається в межах Forum on Tax Administration (FTA, OECD) і передбачає створення цифрових екосистем, де держава взаємодіє з платниками у режимі реального часу[1].

Таким чином, цифровізація податкової системи постає як еволюційний етап розвитку державного управління, що інтегрує принципи ефективності, прозорості та довіри у взаємодії між владою, бізнесом і громадянами.

Сучасна податкова система України переживає етап глибокої цифрової модернізації, що характеризується переходом від фрагментарних електронних сервісів до комплексних аналітичних платформ.

Як наголошують Цюцяк А., Цюцяк І. та Цюцяк В. «…ефективні податкові відносини сьогодні неможливі без автоматизованих інформаційних систем, телекомунікаційних мереж та штучного інтелекту»[2]. Центральним елементом такої цифрової інфраструктури є інформаційно-телекомунікаційна система ДПС «Податковий блок», яка забезпечує введення, опрацювання, зберігання й надання достовірних даних, а також взаємодію з іншими державними органами та платниками податків в електронному середовищі.

Ця система складається з п’яти сегментів:

1. **Реєстрація платників податків –** автоматизований облік усіх суб’єктів оподаткування з інтеграцією даних з інших органів виконавчої влади;

2. **Опрацювання податкової звітності та платежів –** приймання, перевірка та обробка податкових декларацій і розрахунків;

3. **Податковий аудит** – ризикоорієнтована система адміністрування, що зменшує тиск на сумлінних платників;

4. **Аналітична система** – збір, обробка та візуалізація великих масивів даних;

5. **Облік платежів** – відстеження розрахунків між платниками та бюджетом у реальному часі.

Ця система формує єдиний інформаційний простір оподаткування, що об’єднує ДПС, фінансові установи, бізнес і громадян. Вона дає змогу інтегрувати електронні сервіси, такі як:

- Електронний кабінет платника – подання декларацій та отримання повідомлень онлайн;

[1] Tax Administration 3.0: The Digital Transformation of Tax Administration. OECD, 2020. 73 p. URL : https://www.skatteetaten.no/globalassets/omskatteetaten/analyse-og-rapporter/rapporter/taxadministration-3.0---oecd2020.pdf.

[2] Цюцяк А., Цюцяк І., Цюцяк В. Цифровізація податкової системи: сучасний стан, проблеми та перспективи. Галицький економічний вісник, 2023. №4 (83). С. 48 – 55. DOI: https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2023.04

- InfoTAX – мобільна платформа для обміну повідомленнями;

- ПРРО – програмні РРО, що забезпечують фіскалізацію операцій у реальному часі.

Ця централізована інфраструктура дозволяє ДПС автоматизувати ключові процеси, посилювати контроль за податковими зобов'язаннями та підвищувати точність і швидкість обробки даних. Вона також створює основу для інтеграції інтелектуальних систем моніторингу ризиків і комп'ютерного аудиту, що відповідає сучасним трендам фіскальної політики провідних країн.

Цифрова трансформація також стосується системи ризик-орієнтованого аудиту, яка зменшує втручання в діяльність сумлінних платників і підвищує ефективність контролю.

В Україні протягом останніх років спостерігається стрімке поширення цифрових сервісів у податковій сфері. Кількість користувачів електронного кабінету платника податків у 2025 році перевищила п'ять мільйонів осіб. У «Дії» з'явилися інтегровані податкові послуги для підприємців, що значно спростило реєстрацію, звітність і сплату податків. Важливим кроком стало правове врегулювання обігу віртуальних активів і запуск правового режиму «Дія.City», закріпленого Законом № 1667-IX, який стимулює розвиток IT-бізнесу та інноваційних стартапів[1].

Цей закон створює сприятливе податкове середовище через:

- стабільність податкового режиму на 25 років,
- прозорі правила та презумпцію правомірності дій платників,
- запровадження електронного реєстру резидентів,
- формалізовані процедури без зайвої бюрократії,
- інтеграцію з інформаційними системами ДПС.

Таким чином, «Дія.City» фактично стала пілотною моделлю цифрової податкової юрисдикції, у межах якої тестуються нові форми адміністрування, звітності та правового регулювання цифрової економіки.

Зокрема, пілотні проєкти з використання блокчейну для звітності з ПДВ демонструють перспективи підвищення прозорості, зниження адміністративного навантаження та покращення фінансової дисципліни (табл. 1).

[1] Про стимулювання розвитку цифрової економіки в Україні : Закон України від 15.07.2021 № 1667-IX (у редакції станом на 01.01.2025). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1667-20#Text

Таблиця 1

Основні напрями цифрової трансформації податкової системи

Напрямок	Зміст	Очікувані результати
Електронні реєстри	Державний доступ до даних бізнесу в реальному часі	Менше перевірок, ефективніший податковий контроль
Спрощене оподаткування	Пільгові ставки та стабільність умов	Зростання інвестицій, легалізація доходів
Цифрові трудові відносини	Гіг-контракти, автоматизація внесків	Прозорість зарплат, збільшення надходжень ЄСВ
Електронна звітність	Онлайн-взаємодія бізнесу з ДПС	Менше адміністративних витрат
Презумпція правомірності	Рішення на користь платника	Зниження податкових спорів

Джерело: складено автором.

Важливою передумовою ефективного функціонування цифрової податкової системи є рівень технологічної зрілості бізнес-середовища. Використання інноваційних рішень, зокрема технологій штучного інтелекту, хмарних сервісів, роботизованої автоматизації процесів та блокчейну, створює умови для підвищення прозорості операцій, оперативного обміну даними та вдосконалення адміністрування податків.

У контексті зміцнення фінансової стійкості держави, показники цифрової активності бізнесу відображають не лише технологічний розвиток підприємств, а й реальний потенціал формування стійкої податкової бази, здатної забезпечувати стабільні бюджетні надходження навіть в умовах зовнішніх шоків.

На основі офіційних статистичних даних Держстату України за 2022–2025 рр. було проаналізовано ключові індикатори цифровізації підприємств, які безпосередньо впливають на ефективність податкового адміністрування та можливості розвитку інноваційних фіскальних інструментів (табл. 1).

Таблиця 2

Динаміка цифровізації бізнесу в Україні та її потенціал для фіскальної системи

№	Показник	2022	2024	2025	Тенденція	Аналітична інтерпретація
1	Частка підприємств, що використовують технології штучного інтелекту, %	5,4	5,2	4,6	зниження	Поширення ШІ свідчить про готовність бізнесу до автоматизації процесів, але темпи зростання поки обмежені — що вимагає стимулюючої політики держави.

2	Використання ШІ за основними цілями підприємств, %: *-маркетинг* *- виробництво* *- облік,* *- R&D*	—	—	2,3–2,9 1,7 1,6 1,0	стабільно	Цифровізація охоплює ключові бізнес-процеси, що створює потенціал для автоматизованої звітності та прогнозованих податкових надходжень.
3	Частка підприємств з базовим рівнем цифрової інтенсивності, %	—	23,5	24,3	зростання	Підприємства досягають базового рівня цифрової зрілості, що полегшує інтеграцію з е-податковими сервісами та підвищує якість податкових даних.
4	Частка підприємств, що використовують ІКТ для екологічних цілей, %	—	—	12,8	стабільно	Розширення використання цифрових інструментів у суміжних сферах (ESG, екологічне адміністрування) може стати додатковим джерелом для розвитку «зеленого» оподаткування.

Джерело: складено автором за даними [1]

Як видно з табл. 2, цифровізація українського бізнесу має помірні, але позитивні тенденції, особливо в частині зростання цифрової інтенсивності підприємств. Це свідчить про поступове розширення технологічної бази, яка може бути використана державою для впровадження інтелектуальних механізмів податкового адміністрування, зокрема автоматизованої звітності, ризик-орієнтованого контролю та аналітики великих даних.

Водночас зниження частки підприємств, що застосовують ШІ, вказує на потребу у державних стимулах – як фіскальних (податкові пільги для інноваційних компаній), так і інституційних (регуляторні пісочниці, прискорена цифровізація адміністративних процедур). Це дозволить не лише прискорити інтеграцію бізнесу у цифрове податкове середовище, а й забезпечити зростання бюджетних надходжень без підвищення податкових ставок, що є ключовою умовою фінансової стійкості.

Таким чином, рівень цифрової зрілості бізнесу виступає не лише індикатором технологічного розвитку, а й стратегічним чинником формування ефективної, стійкої та адаптивної податкової системи в умовах глобальної цифрової трансформації.

Зміцнення цифрової спроможності підприємств створює передумови для поетапного впровадження інноваційних технологічних рішень у систему податкового адміністрування, що, своєю чергою, сприяє підвищенню якості фіскального контролю, прозорості розрахунків та стабільності бюджетних надходжень.

У цьому контексті особливого значення набуває використання сучасних цифрових технологій, які здатні трансформувати як механізми взаємодії між платниками податків і державою, так і принципи функціонування фіскальних інституцій. Серед них провідне місце посідають технології штучного інтелекту, роботизованої автоматизації процесів, блокчейн, хмарні рішення та цифрові валюти центральних банків, що довели свою ефективність у міжнародній практиці та поступово інтегруються у національну податкову систему.

Штучний інтелект у сфері оподаткування використовується для автоматизованої підготовки звітності, перевірки правильності податкових розрахунків, ідентифікації ризикових операцій та прогнозування ухилення від сплати податків. Це знижує адміністративне навантаження як на платників податків, так і на контролюючі органи, дозволяючи перенаправити ресурси на аналітичну та стратегічну роботу. Використання алгоритмів машинного навчання сприяє формуванню адаптивних податкових моделей, які здатні виявляти порушення ще на етапі їх виникнення.

RPA (роботизована автоматизація процесів) змінює підхід до рутинних бухгалтерських операцій, зокрема подання декларацій, перевірки первинної документації та комунікації з податковими органами. Вона дає змогу підприємствам суттєво зменшити витрати часу та коштів, мінімізувати помилки людського фактору й забезпечити безперервність бізнес-процесів. Такі технології особливо ефективні для малого та середнього бізнесу, який зазвичай має обмежені ресурси для утримання великих фінансових відділів.

CBDC (Central Bank Digital Currencies) – цифрові валюти центральних банків – відкривають новий етап розвитку фінансової системи. Вони забезпечують повну прозорість транзакцій, пришвидшують обіг коштів та дають можливість державі ефективніше відслідковувати рух капіталу. Для податкової системи це означає швидке виявлення ухилення від оподаткування, зменшення ролі тіньового сектору та підвищення рівня довіри до фіскальних інституцій. У низці країн, зокрема Китаї, Швеції та Нігерії, пілотні програми CBDC вже показали позитивні результати у сфері оподаткування.

Блокчейн, як технологія децентралізованого збереження даних, дозволяє створити абсолютно прозору систему обліку податкових операцій. Кожна транзакція фіксується у незмінному ланцюгу блоків, що забезпечує високий рівень захисту від шахрайства та фальсифікацій. У перспективі блокчейн може стати основою для повної автоматизації податкових перевірок, надання електронних довідок та формування податкових декларацій у режимі реального часу.

Хмарні технології інтегрують бізнес і податкові сервіси, забезпечуючи постійний доступ до інформації, швидкий обмін даними та скорочення витрат на обслуговування IT-

інфраструктури. Це відкриває можливість для оперативного реагування на зміни законодавства, підвищення гнучкості системи оподаткування та покращення сервісу для платників податків.

Застосування сучасних цифрових технологій у сфері оподаткування формує нову архітектуру податкового адміністрування, засновану на принципах прозорості, ефективності та оперативності. Поєднання інструментів штучного інтелекту, роботизованої автоматизації процесів, блокчейну, цифрових валют центральних банків і хмарних сервісів створює єдине інтегроване цифрове середовище, у межах якого держава отримує змогу здійснювати моніторинг і контроль у режимі реального часу, а платники – користуватися більш зручними та передбачуваними сервісами.

Поширення таких технологій є не лише внутрішнім трендом, а й глобальною тенденцією, що активно підтримується провідними країнами світу. У цьому контексті міжнародний досвід відіграє важливу роль як орієнтир для модернізації національної податкової системи, зокрема в частині впровадження цифрових сервісів, податків на цифрові послуги та інструментів глобальної фіскальної координації.

Міжнародний досвід підтверджує ефективність цих змін. Європейський Союз запроваджує податок на цифрові послуги (Digital Services Tax) як відповідь на глобальні трансформації бізнес-моделей. Ініціатива OECD BEPS 2.0 передбачає запровадження глобального мінімального корпоративного податку, що сприятиме зменшенню податкової конкуренції між країнами. Естонія стала прикладом ефективної цифрової держави з моделлю електронного резидентства, яка дає змогу вести бізнес повністю онлайн. Сінгапур та Об’єднані Арабські Емірати використовують смарт-контракти в оподаткуванні, що значно скорочує часові та фінансові витрати для платників.

Разом із тим цифровізація породжує нові виклики. Одним із ключових ризиків є зростання кількості кіберзлочинів, спрямованих на державні інформаційні системи та персональні дані платників податків. Проблема цифрового виключення залишається актуальною, особливо для мешканців сільських та віддалених громад, які мають обмежений доступ до швидкісного інтернету. Алгоритмічна упередженість штучного інтелекту може призвести до несправедливого визначення податкових зобов’язань, якщо не буде запроваджено механізмів перевірки та прозорості алгоритмів. Недостатня гармонізація законодавства у сфері цифрових активів із нормами ЄС та OECD обмежує інтеграцію України до глобальних фінансових процесів.

Попри закріплені у «Дія.City» гарантії стабільності та прозорості, питання кіберзахисту та захисту даних стають критичними для довіри до нової цифрової податкової моделі.

Подолання цих викликів потребує системного підходу. Необхідно інвестувати в розвиток високошвидкісного інтернет-покриття по всій території країни, зміцнювати кібербезпеку через впровадження архітектури Zero Trust, розвивати програми цифрової освіти для платників податків і державних службовців, а також створювати регуляторні пісочниці для апробації інноваційних податкових рішень. Важливим напрямом є гармонізація національного податкового законодавства з міжнародними стандартами, що сприятиме формуванню прозорої та передбачуваної системи оподаткування.

До 2030 року розвиток податкової системи може піти за кількома сценаріями. Оптимістичний сценарій передбачає повну інтеграцію штучного інтелекту, блокчейну та CBDC у податкові процеси, що сприятиме різкому скороченню тіньового сектору економіки та підвищенню фінансової стійкості держави. Базовий сценарій передбачає поступовий перехід до гібридної моделі, де цифрові сервіси співіснують із традиційними процедурами. Ризиковий сценарій можливий у разі зростання кіберзагроз, цифрової нерівності та уповільнення законодавчих реформ, що може стримувати ефективність фіскальної системи.

Таким чином, цифровізація оподаткування у 2025 році означає перехід від етапу створення технічної інфраструктури до впровадження інтелектуальних технологій, аналітичних інструментів та інноваційних моделей управління, які формують основу фінансової стійкості держави.

У сучасних умовах фінансова стійкість дедалі більше залежить від ефективності податкового адміністрування, здатності держави забезпечувати прогнозованість доходів бюджету, мінімізувати фіскальні ризики та підвищувати довіру платників податків.

Для України ключовими пріоритетами цього процесу є:

- посилення кіберстійкості фінансової системи, що гарантує безперервність податкових операцій;

- розвиток інклюзивних цифрових сервісів, які забезпечують доступність податкових послуг для всіх категорій платників;

- підвищення прозорості та підзвітності у взаємодії між державою, бізнесом і громадянами;

- узгодження податкового законодавства з європейськими та міжнародними стандартами фінансового управління.

Правовий режим «Дія.City» у цьому контексті відіграє стратегічну роль, закріплюючи принципи стабільності податкових правил, цифрової відкритості та довіри між учасниками фінансової системи. Його впровадження сприяє детінізації доходів, розширенню податкової бази та зростанню надходжень до бюджету.

Отже, цифрова трансформація податкової системи стає ключовим чинником формування фінансової стійкості України, оскільки забезпечує збалансованість державних фінансів, підвищує ефективність розподілу ресурсів і зміцнює макроекономічну стабільність. У довгостроковій перспективі це дозволить державі не лише гарантувати стабільність фіскальної системи, а й посилити її конкурентоспроможність у глобальній цифровій економіці.

Список використаних джерел

Використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах України (за даними Державної служби статистики України).URL: http://www.ukrstat.gov.ua

Національна стратегія доходів до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 27.12.2023 р. № 1218-р. URL : https://mof.gov.ua/storage/files/National%20Revenue%20Strategy_2030_.pdf.

Павлютін Ю. М. Цифровізація системи податкового адміністрування: національний та іноземний досвід. *Правова позиція.* 2023. № 3. С. 145–148. DOI: https://doi.org/10.32782/2521-6473.2023-3.28.

Про стимулювання розвитку цифрової економіки в Україні : Закон України від 15.07.2021 № 1667-IX (у редакції станом на 01.01.2025). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1667-20#Text

Сідельникова Л. П. Сучасні виклики та новітні асиметрії фіскального простору держави. *Актуальні проблеми розвитку економіки регіону.* 2024. Т. 1, № 20. С. 293–305. DOI: https://doi.org/10.15330/apred.1.20.293-305.

Сідляр В., Герчаківський С., Косс С. Цифровізація податкового адміністрування в контексті підвищення ефективності оподаткування малого та середнього бізнесу. *Світ фінансів.* 2024. № 4 (81). С. 75–88. DOI: 10.35774/SF2024.03.075

Цюцяк А., Цюцяк І., Цюцяк В. Цифровізація податкової системи: сучасний стан, проблеми та перспективи. Галицький економічний вісник, 2023. №4 (83). С. 48 – 55. DOI: https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2023.04

Tax Administration 3.0: The Digital Transformation of Tax Administration. OECD, 2020. 73 p. URL : https://www.skatteetaten.no/globalassets/omskatteetaten/analyse-og-rapporter/rapporter/taxadministration-3.0---oecd2020.pdf.

Abstract

The article explores the role of innovative technologies in transforming tax systems and strengthening the financial resilience of the state. It substantiates that the integration of artificial intelligence, robotic process automation (RPA), blockchain, cloud computing, and central bank digital currencies (CBDC) leads to the formation of a new model of tax administration based on transparency, efficiency, and cyber resilience. The study emphasizes that digital transformation is not limited to the automation of tax procedures but represents a deep institutional evolution towards data-driven taxation. The Ukrainian experience is analyzed through the introduction of the "Diia.City" regime and the implementation of the "Tax Block" information system, which together create a foundation for intelligent fiscal management. Statistical indicators of business digitalization in 2022–2025 demonstrate a gradual increase in technological maturity, which expands the potential of tax integration and revenue predictability. The article also identifies key challenges of digital taxation, including cybersecurity, algorithmic bias, and legal harmonization with EU and OECD standards. It is concluded that the digital transformation of the tax system is becoming a strategic driver of Ukraine's financial stability by ensuring balanced public finances, efficient resource allocation, and enhanced trust between the state and taxpayers.

Keywords: digitalization, taxation, artificial intelligence, blockchain, financial resilience, digital economy.

Streszczenie

Artykuł analizuje rolę innowacyjnych technologii w transformacji systemów podatkowych oraz we wzmacnianiu odporności finansowej państwa. Wykazano, że integracja sztucznej inteligencji, zrobotyzowanej automatyzacji procesów (RPA), technologii blockchain, rozwiązań chmurowych oraz cyfrowych walut banków centralnych (CBDC) prowadzi do powstania nowego modelu administracji podatkowej opartego na przejrzystości, efektywności i cyberbezpieczeństwie. Transformacja cyfrowa nie ogranicza się jedynie do automatyzacji procedur, lecz stanowi głęboką ewolucję instytucjonalną w kierunku opodatkowania opartego na danych. Przeanalizowano doświadczenia Ukrainy związane z wprowadzeniem reżimu „Diia.City" oraz funkcjonowaniem systemu informacyjnego „Tax Block", które tworzą podstawy dla inteligentnego zarządzania fiskalnego. Dane statystyczne dotyczące cyfryzacji przedsiębiorstw w latach 2022–2025 wskazują na stopniowy wzrost dojrzałości technologicznej, co zwiększa potencjał integracji podatkowej i przewidywalności dochodów. W artykule zidentyfikowano również główne wyzwania cyfrowego opodatkowania, takie jak cyberbezpieczeństwo, uprzedzenia algorytmiczne oraz konieczność

harmonizacji przepisów z normami UE i OECD. Wnioski wskazują, że cyfrowa transformacja systemu podatkowego staje się strategicznym czynnikiem stabilności finansowej Ukrainy, zapewniając równowagę finansów publicznych, efektywne wykorzystanie zasobów oraz wzrost zaufania między państwem a podatnikami.

Słowa kluczowe: cyfryzacja, opodatkowanie, sztuczna inteligencja, blockchain, odporność finansowa, gospodarka cyfrowa.

Автор

Наукова діяльність зосереджена в галузі економіки, зокрема у сфері фінансів, фіскальної політики та податкової роботи. Основна увага приділяється дослідженню механізмів формування та реалізації фіскальної політики, удосконаленню системи оподаткування та розробці ефективних інструментів забезпечення фінансової стабільності держави. Результати наукових досліджень відображені у понад 60 публікаціях, серед яких статті у фахових виданнях України та міжнародних наукових журналах, що індексуються у наукометричних базах, зокрема Scopus. Активна участь у наукових конференціях на національному та міжнародному рівнях сприяє поширенню результатів досліджень і професійному обміну досвідом. Науковий доробок спрямований на розвиток теоретичних і прикладних аспектів податкової політики, удосконалення фінансової системи та зміцнення економічної безпеки України.

Lobodina Z. M.
profesor Katedry Finansów im. S. I. Jurija,
doktor nauk ekonomicznych, profesor,
Zachodnioukrainskiy Narodowy Uniwersytet
ORCID ID: 0000-0002-8536-1440

Berezka K. M.
profesor nadzwyczajny Katedry Matematyki Stosowanej,
kandydat nauk technicznych, profesor nadzwyczajny,
Zachodnioukrainskiy Narodowy Uniwersytet
ORCID ID: 0000-0002-9632-4004

Horyn V. P.
profesor Katedry Finansów im. S. I. Jurija,
doktor nauk ekonomicznych, profesor,
Zachodnioukrainskiy Narodowy Uniwersytet
ORCID ID: 0000-0002-6048-8330

DIAGNOZA STABILNOŚCI FINANSOWEJ WSPÓLNOT TERYTORIALNYCH UKRAINY W WARUNKACH ROZWOJU INKLUZYJNEGO NA PODSTAWIE ANALIZY KLASTROWEJ

1. Wprowadzenie

Stabilność finansowa wspólnot terytorialnych stanowi jeden z kluczowych warunków zapewnienia skutecznego funkcjonowania samorządu lokalnego w warunkach współczesnych kryzysów społeczno-gospodarczych. W sytuacji wojny, ograniczonych zasobów budżetowych oraz rosnących potrzeb mieszkańców, problem utrzymania równowagi finansowej nabiera szczególnego znaczenia. Rezyliencja finansowa samorządów lokalnych nie tylko decyduje o możliwości bieżącego świadczenia usług publicznych, lecz także wpływa na perspektywy długofalowego rozwoju regionalnego i społecznego.

W literaturze podkreśla się, że stabilność finansowa powinna być analizowana w sposób kompleksowy – z uwzględnieniem zarówno potencjału dochodowego, jak i struktury wydatków, a także elastyczności w reagowaniu na zmiany otoczenia. W warunkach kryzysowych szczególnego znaczenia nabierają instrumenty innowacyjne, takie jak budżet partycypacyjny, budżetowanie wrażliwe na płeć czy programy inkluzyjne, które umożliwiają zwiększenie transparentności i zaangażowania społecznego.

Celem niniejszego rozdziału jest zbadanie stabilności finansowej wspólnot terytorialnych obwodu Tarnopolskiego na Ukrainie w warunkach wojny z wykorzystaniem narzędzi analizy

wielowymiarowej. W szczególności uwaga zostanie skoncentrowana na identyfikacji grup wspólnot o zbliżonym profilu finansowym, określeniu czynników różnicujących oraz wypracowaniu rekomendacji dla praktyki zarządzania finansami lokalnymi. Przedmiotem badań jest stabilność finansowa, obiektem – wspólnoty terytorialne obwodu Tarnopolskiego na Ukrainie, kontekstem – rozwój inkluzyjny, natomiast zastosowaną metodą – analiza klastrowa.

2. Podstawy teoretyczne i przegląd literatury

Kwestia stabilności finansowej jednostek samorządu terytorialnego była przedmiotem licznych badań zarówno w literaturze krajowej, jak i zagranicznej. Stabilność finansowa najczęściej rozumiana jest jako zdolność wspólnoty lokalnej do utrzymania równowagi między dochodami a wydatkami przy jednoczesnym zapewnieniu ciągłości świadczenia usług publicznych. W ujęciu dynamicznym oznacza to również odporność na wstrząsy gospodarcze i polityczne, czyli zdolność do adaptacji w warunkach kryzysowych (rezyliencja finansowa).

Problemy wpływu procesów globalizacyjnych na trwałość wspólnot badał Geoff A. Wilson, wykorzystując „podejście odporności społecznej do rozumienia trwałości wspólnoty jako przestrzeni koncepcyjnej na styku kapitału ekonomicznego, społecznego i ekologicznego” [1].

K. Magis, traktując trwałość wspólnoty „…jako istnienie, rozwój i zaangażowanie zasobów wspólnoty przez jej członków dla dobrobytu w środowisku charakteryzującym się zmianami, niepewnością, nieprzewidywalnością i niespodzianką” [2], sformułował jej emergentną definicję oraz zaproponował narzędzia do pomiaru.

Kwestie związku efektywności krajowych systemów budżetowych, powiązanych z nimi praktyk zarządzania finansami oraz rezultatów wpływu działań polityki fiskalnej na odbudowę i trwałość gospodarki zostały podjęte w pracach naukowych K. Dzigbede, R. Pathak, S. Muzata [3].

Wśród krajowych naukowców na uwagę zasługują prace L. Lysyak, A. Kushnir, w których pogłębiono teoretyczne podstawy stabilności finansowej budżetów lokalnych i podkreślono, że jest to taki „…stan budżetów lokalnych, który charakteryzuje się wypłacalnością, równowagą oraz samodzielnością samorządu lokalnego, a także stanowi niezbędny warunek zapewnienia rozwoju

[1] Wilson G. Community resilience, globalization, and transitional pathways of decision making. *Geoforum.* 2012. № 43. P. 1218–1231. URL: https://www.academia.edu/28966955/Community_resilience_globalization_and_transitional_pathways_of_decision_making

[2] Magis K. Community resilience: An indicator of social sustainability. *Society & Natural Resources*. 2010. № 23 (5). P. 401–416. DOI: https://doi.org/10.1080/08941920903305674

[3] Dzigbede K. D., Pathak R., Muzata S. Budget systems and post-pandemic economic resilience in developing countries. *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*. 2022. № 35 (3). P. 333–353. DOI: https://doi.org/10.1108/JP BAFM-03-2021-0036

społeczno-gospodarczego terytoriów i podniesienia dobrobytu ludności” [1]. M. Stehnej i I. Lintur badali wpływ stabilności finansowej na atrakcyjność inwestycyjną regionu [2].

Metodyczne instrumentarium oceny stabilności finansowej budżetów lokalnych opracowali L. Benovska, R. Karvackyi [3], T. Bondaruk, I. Bondaruk, M. Dubyna [4], I. Kamińska [5], L. Kostyrko, N. Velentejchyk [6], L. Lysyak, M. Dyacenko [7], O. Ljuta, I. Bojarko, N. Pihul [8], H. Voznyak, K. Patytska, O. Mulska, I. Żherebyło, D. Sorokovyi, H. Kaplenko [9], [10].

Pomimo znacznej uwagi krajowych i zagranicznych badaczy poświęconej omawianej problematyce, wyzwania wynikające z wojny oraz zorientowania Ukrainy na integrację europejską wymagają opracowania kompleksowego podejścia do diagnozy stabilności finansowej wspólnot terytorialnych w kontekście zapewnienia ich rozwoju inkluzyjnego.

W literaturze [11] zwraca się uwagę, że proces decentralizacji stworzył warunki do wzrostu potencjału finansowego wspólnot, ale wojna i kryzys gospodarczy wystawiły ten system na wyjątkowe obciążenia. Autorzy wskazują również na znaczenie podejścia inkluzyjnego i innowacyjnego w zarządzaniu lokalnymi budżetami, w tym wdrażania budżetu partycypacyjnego czy budżetowania wrażliwego na płeć.

Wnioski z dotychczasowych badań wskazują na potrzebę całościowej oceny stabilności finansowej, uwzględniającej nie tylko wskaźniki budżetowe, lecz także aspekty społeczne i instytucjonalne. W niniejszym rozdziale wykorzystano podejście wielowymiarowe, które pozwala

[1] Лисяк Л. В., Кушнір А. І. Фінансова стійкість місцевих бюджетів: теоретичний аспект. *Молодий вчений*. 2019. № 1. С. 472–481.
[2] Стегней М. І., Лінтур І. В. Фінансова стійкість місцевих бюджетів як фактор впливу на інвестиційну привабливість регіону. *Економіка та суспільство*. 2017. № 9. С. 1053–1060.
[3] Беновська Л., Карвацький Р. Видатки місцевих бюджетів в контексті забезпечення фінансової стійкості місцевих бюджетів в умовах війни. *Світ фінансів*. 2024. № 1 (78). С. 85–97.
[4] Бондарук Т., Бондарук І., Дубина М. Методичний інструментарій оцінки фінансової стійкості місцевих бюджетів України. *Світ фінансів*. 2019. № 2 (59). С. 60–72.
[5] Камінська І. М. Діагностика фінансової стійкості регіонів України. *Збірник праць Луцького національного технічного університету.* 2008. Вип. 5 (20). С. 168–182.
[6] Костирко Л. А., Велентейчик Н. Ю. Методичні засади комплексного аналізу фінансової стійкості місцевих бюджетів. *Фінансовий простір*. 2016. № 1. С. 83–92.
[7] Лисяк Л. В., Дяченко М. К. Оцінка бюджетної стійкості: регіональний аспект. *Вісник Дніпропетровської державної фінансової академії.* 2011. № 2. С. 62–68.
[8] Люта О. В., Боярко І. М., Пігуль Н. Г. Удосконалення методів оцінювання фінансової стійкості місцевого бюджету. *Актуальні проблеми економіки*. 2012. № 9 (135). С. 194–201.
[9] Voznyak H., Mulska O., Kaplenko H., Sorokovyi D., Patytska K. Financial determinants of ensuring the resilience of Ukrainian regions. *Investment Management and Financial Innovations.* 2023. № 20 (4). P. 83–98. DOI: http://dx.doi.org/10.21511/imfi.20(4).2023.08
[10] Voznyak H., Patytska K., Mulska O., Zherebylo I., Sorokovyi D. Resilience of territorial communities amid the war against Ukraine: The role of budgetary instruments. *Public and Municipal Finance.* 2024. № 13 (1), P. 41–54. DOI: http://dx.doi.org/10.21511/pmf.13(1).2024.04
[11] Kovalchuk O., Berezka K., Danylyuk I., Babala L., Chopyk P., Basistyi P. *Modeling Russian-Ukrainian War Impact on Global Food Safety. Preliminary Evaluations*. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies*. Wrocław, Poland, 21–23 September 2023, s. 382–387. DOI: 10.1109/ACIT58437.2023.10275672

uchwycić złożoność badanych procesów i wyodrębnić grupy wspólnot o podobnym profilu finansowym.

3. Metodyka badań

Podstawą badań była analiza stabilności finansowej wspólnot terytorialnych z wykorzystaniem zestawu wskaźników obejmujących aspekty ekonomiczne, fiskalne oraz instytucjonalne. Materiał statystyczny został zgromadzony dla wspólnot terytorialnych obwodu Tarnopolskiego w 2024 roku. Wykaz wskaźników do diagnozy stabilności finansowej wspólnoty terytorialnej w kontekście zapewnienia jej rozwoju inkluzyjnego został sformułowany z uwzględnieniem najwyższego poziomu istotności wskaźnika i przedstawiony w tabelach 1 i 2 *1*.

Tabela 1

Wskaźniki do diagnozy stabilności finansowej wspólnoty terytorialnej w kontekście zapewnienia jej rozwoju inkluzyjnego

Oznaczenie wskaźnika	Ekonomiczna interpretacja treści wskaźnika	Kierunek wpływu wskaźnika
Blok wskaźników «Komponent finansowy»		
x_1	Wielkość dochodów podatkowych budżetu wspólnoty terytorialnej w przeliczeniu na 1 mieszkańca	↑
x_2	Wielkość dochodów budżetu wspólnoty terytorialnej w przeliczeniu na 1 mieszkańca	↑
x_3	Wielkość dochodów funduszu ogólnego budżetu wspólnoty terytorialnej w przeliczeniu na 1 mieszkańca	↑
x_4	Udział dochodów budżetu wspólnoty terytorialnej bez uwzględnienia transferów międzybudżetowych w przeliczeniu na 1 mieszkańca	↑
x_5	Wielkość wydatków budżetu wspólnoty terytorialnej w przeliczeniu na 1 mieszkańca	↑
x_6	Wielkość wydatków funduszu ogólnego budżetu wspólnoty terytorialnej w przeliczeniu na 1 mieszkańca	↑
x_7	Wielkość przypisanych ogólnokrajowych podatków i opłat do budżetu wspólnoty terytorialnej oraz transferów międzybudżetowych w przeliczeniu na 1 mieszkańca	↑

1 Lobodina Z., Trush V. Finansova stiikist terytorialnykh hromad u konteksti zabezpechennia yikh inkliuzyvnoho rozvytku [Financial Sustainability of Communities in the Context of Ensuring Their Inclusive Development]. Visnyk ekonomiky – The Herald of Economics. 2025. No. 3. s. 208-224. DOI: 10.35774/visnyk2025.03.208

x_8	Udział dochodów własnych w dochodach budżetu wspólnoty terytorialnej	↑
x_9	Udział podatków i opłat lokalnych w dochodach budżetu wspólnoty terytorialnej bez uwzględnienia transferów międzybudżetowych	↑
x_{10}	Udział dochodów podatkowych w dochodach budżetu wspólnoty terytorialnej bez uwzględnienia transferów międzybudżetowych	↑
x_{11}	Udział transferów międzybudżetowych w dochodach budżetu wspólnoty terytorialnej	↑↓ <10
x_{12}	Udział dotacji podstawowej w dochodach funduszu ogólnego budżetu wspólnoty terytorialnej	↓
x_{13}	Udział dotacji rewersyjnej w dochodach funduszu ogólnego budżetu wspólnoty terytorialnej	↑
x_{14}	Udział przypisanych ogólnokrajowych podatków i opłat do budżetu wspólnoty terytorialnej oraz transferów międzybudżetowych w wydatkach budżetu wspólnoty terytorialnej	↑
x_{15}	Udział dochodów w wydatkach budżetu wspólnoty terytorialnej	↑
x_{16}	Udział przypisanych ogólnokrajowych podatków i opłat do budżetu wspólnoty terytorialnej oraz transferów międzybudżetowych w wydatkach budżetu wspólnoty terytorialnej w celu zapewnienia realizacji przez organy samorządu lokalnego uprawnień delegowanych	↑ >100
x_{17}	Udział dochodów podatkowych w wydatkach budżetu wspólnoty terytorialn	↑
x_{18}	Udział transferów międzybudżetowych w wydatkach budżetu wspólnoty terytorialnej	↑
x_{19}	Udział subwencji w wydatkach budżetu wspólnoty terytorialnej	↑↓ <10
x_{20}	Udział niewykorzystanych i zwróconych subwencji do budżetu państwa w subwencjach, które wpłynęły do budżetu wspólnoty terytorialnej	↓
x_{21}	Udział wydatków kapitałowych w wydatkach budżetu wspólnoty terytorialnej	↑
x_{22}	Udział deficytu w wydatkach budżetu wspólnoty terytorialnej	↓
x_{23}	Udział nadwyżki w wydatkach budżetu wspólnoty terytorialnej	↑
x_{24}	Udział zobowiązań kredytowych dysponentów i odbiorców środków budżetowych w wydatkach budżetu wspólnoty terytorialnej	↓

x_{25}	Wielkość dochodów podatkowych przypadających na jednostkę transferów międzybudżetowych	↑ >1
x_{26}	Udział długu lokalnego w dochodach budżetu wspólnoty terytorialnej bez uwzględnienia transferów międzybudżetowych	↓
Blok wskaźników «Komponent inkluzyjny»		
x_1	Udział wydatków budżetu na rozwój inkluzyjny w wydatkach budżetu wspólnoty terytorialnej	↑
x_2	Udział otrzymanych z Budżetu Państwa Ukrainy do budżetu wspólnoty terytorialnej transferów międzybudżetowych na rozwój inkluzyjny w wydatkach budżetu wspólnoty terytorialnej na rozwój inkluzyjny	↑
x_3	Udział dochodów, dla których przeprowadzono analizę genderową, w dochodach budżetu wspólnoty terytorialnej	↑
x_4	Udział programów budżetowych, dla których przeprowadzono analizę genderową, w ogólnej liczbie programów budżetowych finansowanych z budżetu wspólnoty terytorialnej	↑
x_5	Udział programów budżetowych neutralnych pod względem płci w ogólnej liczbie programów budżetowych finansowanych z budżetu wspólnoty terytorialnej	↓
x_6	Udział programów budżetowych wrażliwych na płeć w ogólnej liczbie programów budżetowych finansowanych z budżetu wspólnoty terytorialnej	↑
x_7	Udział programów, w których odzwierciedlono aspekty genderowe w nazwie i celu programu budżetowego, w ogólnej liczbie programów budżetowych finansowanych z budżetu wspólnoty terytorialnej	↑
x_8	Udział programów budżetowych, w których wskaźniki rezultatu są jakościowe i wystarczające z punktu widzenia ukazania stopnia osiągnięcia celu i realizacji zadań, wielkości i jakości usług publicznych w zakresie zapewnienia równości płci, w ogólnej liczbie programów budżetowych finansowanych z budżetu wspólnoty terytorialnej	↑
x_9	Udział wydatków budżetu wspólnoty terytorialnej, przy podziale których między dysponentów środków budżetowych uwzględnia się wyniki analizy genderowej	↑
x_{10}	Udział programów budżetowych w ich ogólnej liczbie, dla których zwiększono lub zmniejszono finansowanie w wyniku analizy genderowej, albo poziom zmiany finansowania programów po analizie genderowej	↑

x_{11}	Liczba projektów budżetu partycypacyjnego zgłoszonych przez obywateli w konkursie w ramach wspólnoty terytorialnej w przeliczeniu na 1000 mieszkańców	↑
x_{12}	Udział zrealizowanych projektów budżetu partycypacyjnego w ogólnej liczbie projektów–zwycięzców konkursu projektów budżetu partycypacyjnego we wspólnocie terytorialnej	↑
x_{13}	Udział ludności, która wzięła udział w głosowaniu nad projektami budżetu partycypacyjnego, w ogólnej liczbie ludności	↑
x_{14}	Udział ludności, która jest autorami projektów budżetu partycypacyjnego, w ogólnej liczbie ludności	↑
x_{15}	Udział wydatków budżetu wspólnoty terytorialnej przeznaczonych na realizację projektów budżetu partycypacyjnego w wydatkach budżetu wspólnoty terytorialnej	↑
x_{16}	Średni koszt 1 zrealizowanego projektu budżetu partycypacyjnego we wspólnocie terytorialnej	↑

Oznaczenia umowne

↑ – wzrost wartości liczbowej wskaźnika bezpośrednio odzwierciedla pozytywną tendencję – poprawę wyniku lub stanu (stymulator);

↓ – spadek wartości liczbowej wskaźnika bezpośrednio odzwierciedla negatywną tendencję – pogorszenie wyniku lub stanu (destymulator).

Wykaz wskaźników służących do diagnozy stabilności finansowej wspólnoty terytorialnej nie ma charakteru wyczerpującego. Uwzględnia on jednak dorobek zarówno zagranicznych, jak i krajowych badaczy oraz praktyków zajmujących się tą problematyką i może być modyfikowany w zależności od dostępności danych oraz celów prowadzonej analizy.

Trwająca od 2022 r. wojna na Ukrainie doprowadziła do zmiany priorytetów polityki finansowej wspólnot terytorialnych, czasowego wstrzymania stosowania niektórych instrumentów budżetowania (takich jak budżetowanie wrażliwe na płeć czy budżet partycypacyjny), a także obniżenia poziomu wieloaspektowego zaangażowania społeczeństwa w proces budżetowy oraz ograniczenia przejrzystości, dostępności i zrozumiałości informacji o przepływach publicznych środków finansowych. W konsekwencji jednym z problemów napotkanych podczas diagnozy stabilności finansowej wspólnot terytorialnych stał się brak oficjalnie potwierdzonych danych statystycznych bądź informacji publicznej dotyczących części wskaźników.

Z tego względu obliczenia przedstawione w niniejszym badaniu przeprowadzono bez uwzględnienia wskaźnika x16 bloku 1 oraz wskaźników x1–x16 bloku 2. Należy podkreślić, że organy samorządu lokalnego dysponują tego rodzaju danymi i w przypadku praktycznego zastosowania proponowanej metodyki diagnozy stabilności finansowej wspólnot terytorialnych mogą z nich korzystać. W warunkach tymczasowych ograniczeń informacyjnych w niniejszej analizie, zamiast pełnego zestawu wskaźników x1–x16 bloku 2, wykorzystano wskaźniki dostępne informacyjnie (tabela 2), które – choć w sposób bardziej powierzchowny – pozwalają na uzyskanie obrazu możliwości wspólnot terytorialnych w zakresie stosowania podejścia inkluzyjnego w lokalnym rozwoju społeczno-gospodarczym.

Tabela 2

Wykaz wskaźników bloku „Komponent inkluzyjny” do diagnozy stabilności finansowej wspólnoty terytorialnej w kontekście zapewnienia jej rozwoju inkluzyjnego w warunkach braku informacji

Oznaczenie wskaźnika	Algorytm obliczania wskaźnika	Ekonomiczna interpretacja treści wskaźnika	Kierunek wpływu wskaźnika
Blok wskaźników «Komponent inkluzyjny»			
y_1	Tak – 1 punkt. Nie – 0 punktów.	Czy stosuje się technologię budżetu partycypacyjnego we wspólnocie terytorialnej?	↑
y_2	Tak – 1 punkt. Nie – 0 punktów.	Czy stosuje się technologię budżetowania wrażliwego na płeć we wspólnocie terytorialnej?	↑
y_3	Tak – 1 punkt. Nie – 0 punktów.	Czy z budżetu wspólnoty finansowane są programy budżetowe ukierunkowane na rozwój inkluzyjny?	↑
y_4	Tak – 1 punkt.	Czy społeczność wspólnoty terytorialnej jest angażowana w samorząd lokalny?	↑

	Nie – 0 punktów.		
y_5	Tak – 1 punkt. Nie – 0 punktów.	Czy projekt budżetu wspólnoty terytorialnej jest omawiany z obywatelami?	↑
y_6	Tak – 1 punkt. Nie – 0 punktów.	Czy omawiane są sprawozdania z wykonania budżetu wspólnoty terytorialnej?	↑

Oznaczenia umowne

↑ – wzrost wartości liczbowej wskaźnika bezpośrednio odzwierciedla pozytywną tendencję – poprawę wyniku lub stanu (stymulator);

↓ – spadek wartości liczbowej wskaźnika bezpośrednio odzwierciedla negatywną tendencję – pogorszenie wyniku lub stanu (destymulator).

3.1. Normalizacja danych

Ponieważ wskaźniki były wyrażone w różnych jednostkach i skalach, zastosowano procedurę normalizacji. Umożliwiło to porównanie danych oraz ich dalsze wykorzystanie w metodach analizy wielowymiarowej. Znormalizowane wartości przyjęły zakres od 0 do 1, co pozwoliło wyeliminować wpływ skali pomiaru na wyniki.

Na etapie normalizacji wskaźników należy uwzględnić, że wskaźniki dzielą się na:

stymulatory (im większa wartość, tym lepiej) – te, dla których między wskaźnikiem a stabilnością finansową wspólnoty terytorialnej istnieje zależność bezpośrednia;

destymulatory (im mniejsza wartość, tym lepiej) – te, dla których między wskaźnikiem a stabilnością finansową wspólnoty terytorialnej istnieje zależność odwrotna;

wskaźniki z optimum (typu „∪” lub „∩”) – te, które mają określoną granicę, do której stymulują rozwój, a po jej przekroczeniu stają się destymulatorami (lub odwrotnie).

Zastosowano normalizację typu min–max.

Dla stymulatorów normalizację przeprowadza się według wzoru:

$$x_{ti}^{*} = \frac{x_{ti} - x_i^{\min}}{x_i^{\max} - x_i^{\min}}; \qquad (1)$$

dla destymulatorów według wzoru:

$$x_{ti}^{*} = \frac{x_i^{\max} - x_{ti}}{x_i^{\max} - x_i^{\min}}; \tag{2}$$

wskaźniki typu U, kiedy wartości do punktu krytycznego są destymulatorami, a po punkcie krytycznym – stymulatorami (rzadki przypadek dla stabilności finansowej):

$$x_{ti}^{*} = \frac{\left| x_{ti} - x_i^{*} \right|}{\max\left(x_i^{\max} - x_i^{*}, x_i^{*} - x_i^{\min} \right)}, \tag{3}$$

gdzie $x_{ti}^{*} \in [0,1]$, przy czym 1 = optimum, 0 = najgorsza możliwa wartość w granicach przedziału;

wskaźniki typu ∩, kiedy wartości do punktu krytycznego są stymulatorami, a po punkcie krytycznym – destymulatorami:

$$x_{ti}^{*} = 1 - \frac{\left| x_{ti} - x_i^{*} \right|}{\max\left(x_i^{\max} - x_i^{*}, x_i^{*} - x_i^{\min} \right)}, \tag{4}$$

gdzie $x_{ti}^{*} \in [0,1]$, przy czym 0 = optimum, 1 = najgorsza możliwa wartość w granicach przedziału.

gdzie i – indeks rodzaju wskaźnika, $i = \overline{1,n}$; $n = 31$;

t – indeks wspólnoty terytorialnej, $t = \overline{1,T}$; $T = 55$;

x_{ti} – wartość wskaźnika rodzaju i dla wspólnoty t;

x_{ti}^{*} – znormalizowana wartość wskaźnika rodzaju i dla wspólnoty t;

$x_i^{\min}$ – minimalna wartość wskaźnika rodzaju i;

$x_i^{\max}$ – maksymalna wartość wskaźnika rodzaju i;

x_i^{*} – optymalna wartość wskaźnika rodzaju i.

3.2. Metody analityczne

Do grupowania wspólnot zastosowano analizę skupień (k-means clustering), która pozwala na podział zbioru obiektów na względnie jednorodne grupy w oparciu o minimalizację wewnątrzgrupowej wariancji. Jako miarę odległości wykorzystano odległość euklidesową, a liczba klastrów została ustalona na podstawie kryterium „łokcia” oraz wskaźnika sylwetki [16].

Do grupowania wspólnot zastosowano analizę skupień metodą k-średnich (k-means clustering), która pozwala na podział zbioru obiektów na względnie jednorodne grupy w oparciu o minimalizację wewnątrzgrupowej wariancji.

Funkcją celu w metodzie k-średnich jest minimalizacja sumy kwadratów odległości punktów od centroidów:

$$\min \sum_{j=1}^{k} \sum_{x_i \in C_j} \| x_i - \mu_j \|^2, \qquad (5)$$

gdzie: C_j – j-ty klaster,

μ_j – centroid j-tego klastra,

x_i – i-ty obiekt (wspólnota),

$\|x_i - \mu_j\|$ – odległość euklidesowa pomiędzy obiektem a centroidem.

Jako miarę odległości wykorzystano odległość euklidesową:

$$d(x,y) = \sqrt{\sum_{m=1}^{n} (x_m - y_m)^2}, \qquad (6)$$

gdzie n oznacza liczbę wskaźników (zmiennych).

Liczba klastrów została ustalona na podstawie kryterium „łokcia” oraz wskaźnika sylwetki [1].

Klasteryzacja została przeprowadzona w środowisku programowym STATISTICA. W tabeli 3 przedstawiono podział 55 wspólnot terytorialnych obwodu tarnopolskiego na klastry. Każda wspólnota została przypisana do jednego z czterech klastrów zgodnie z podobieństwem wskaźników.

Tabela 3

Podział wspólnot terytorialnych obwodu Tarnopolskiego na klastry

Klaster	Liczba wspólnot terytorialnych	Nazwa gminy
1	9	Bajkowiecka, Bielecka, Wielkoberzezywiecka, Wielkobirkowska, Wielkogajewska, Podgrodniańska, Skorykowska, Tarnopolska, Trybuchowska
2	15	Borszczowska, Wasyłkowiecka, Zaleszczycka, Zołotnykowska, Iwaniwska, Kozowska, Koropjecka, Lanowiecka, Monasterzyska, Nahiriańska, Podhajecka, Skala-Podolska, Terebowlanska, Chorostkowska, Szumska
3	15	Bilcze-Złotecka, Hrymajłowska, Zawodzka, Iwane-Pustenka, Kozłowska, Kolyndiańska, Kopyczynecka, Kupczynecka, Łopuszneńska, Mielnica-Podolska, Mikulińska, Narajowska, Saranczukowska, Towsteńska, Czortkowska

[1] Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування: навч. посіб. К.: КНЕУ, 2001. 170 с.

4	16	Bereżańska, Biłobozznicka, Borsukowska, Buczacka, Wielkodederkalska, Wiśniowiecka, Husiatyńska, Załoziecka, Zbarażska, Zborowska, Zołotopotycka, Krzemieńczucka, Ozierniańska, Podwołoczyska, Poczejowska, Skalacka

Dodatkowo w celu wizualizacji wyników użyto metody głównych składowych (PCA) [1], która umożliwia redukcję wymiarowości danych przy zachowaniu maksymalnej części ich wariancji. Dzięki temu otrzymano dwuwymiarową projekcję rozkładu wspólnot, co pozwoliło na graficzne przedstawienie ich przynależności do poszczególnych klastrów.

3.3. Interpretacja klastrów

Dla każdego z wyodrębnionych klastrów obliczono średnie wartości wskaźników (Tabela 4). Na tej podstawie dokonano charakterystyki profilu wspólnot wchodzących do danej grupy: od jednostek o niskiej stabilności finansowej, poprzez gminy dotacyjne z wysoką aktywnością społeczną, aż po wspólnoty finansowo silne i inwestycyjnie aktywne.

Tabela 4

Tabela X. Średnie wartości wskaźników w każdym klastrze

Wskaźnik	Średnie wartości wskaźników w klastrach			
	Klaster 1	Klaster 2	Klaster 3	Klaster 4
x_1	10850,21	5197,53	4476,70	4875,19
x_2	14967,28	9500,35	9343,87	9819,07
x_3	142182,11	88822,57	88183,01	91707,29
x_4	12097,32	6035,43	5223,23	5744,19
x_5	14387,75	9614,55	9533,15	9956,54
x_6	12485,26	8815,39	8888,95	9137,99
x_7	10502,70	7009,45	7013,76	7273,35
x_8	31,12	26,20	24,72	25,74
x_9	27,86	27,33	30,35	28,93
x_{10}	89,00	85,44	86,04	85,13
x_{11}	19,71	36,79	44,46	41,82
x_{12}	0,55	7,24	10,88	9,05

[1] Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування: навч. посіб. К.: КНЕУ, 2001. 170 с.

x_{13}	0	0	0	0
x_{14}	71,46	73,00	74,21	73,29
x_{15}	1,04	0,99	0,98	0,99
x_{17}	74,46	53,78	46,78	48,70
x_{18}	20,50	36,36	43,92	41,30
x_{19}	19,91	29,20	31,33	32,14
x_{20}	2,94	2,76	2,66	3,17
x_{21}	14,73	6,44	5,63	6,89
x_{22}	0,58	1,76	2,85	1,79
x_{23}	5,00	0,64	1,27	0,42
x_{24}	0,06	0,03	0,07	0,00
x_{25}	3,83	1,58	1,21	1,32
x_{26}	0,51	0	0,20	0,01
y_1	0,33	0,53	0,07	0,25
y_2	0,56	0,87	0,13	0,31
y_3	0,56	0,93	0,40	0,31
y_4	1	1	1	1
y_5	1	1	1	0
y_6	0,89	1	1	0,88

4. Wyniki analizy empirycznej

W wyniku analizy skupień przeprowadzonej na podstawie zestawu wskaźników finansowych i instytucjonalnych wyodrębniono cztery grupy (klastry) wspólnot terytorialnych. Różnią się one poziomem stabilności finansowej, zależnością od zasobów finansowych otrzymywanych od organów władzy państwowej, strukturą dochodów i wydatków budżetu, stopniem wdrażania innowacyjnych technologii i narzędzi w procesie budżetowym oraz możliwościami zapewnienia rozwoju inkluzyjnego. Do interpretacji wyników wykorzystano średnie wartości wskaźników w każdej grupie, a także wizualizację z zastosowaniem metody głównych składowych (PCA).

4.1. Klaster 1 – wysoki poziom stabilności finansowej wspólnot terytorialnych z aktywnością inwestycyjną.

Wspólnoty tej grupy charakteryzują się najwyższymi wskaźnikami dochodów i wydatków budżetu w przeliczeniu na jednego mieszkańca, znacznym udziałem dochodów własnych oraz wpływów podatkowych. Cechuje je mniejsza zależność od transferów, wysoki udział wydatków kapitałowych i inwestycji w rozwój. Choć poziom wdrażania technologii partycypacyjnych i wrażliwych na płeć jest tu przeciętny, baza finansowa pozwala na realizację szeroko zakrojonych projektów rozwojowych.

4.2. Klaster 2 – średni poziom stabilności finansowej wspólnot terytorialnych.

Ten klaster obejmuje wspólnoty terytorialne o stabilnym potencjale finansowym, z relatywnie większym udziałem dochodów własnych oraz wpływów podatkowych na 1 mieszkańca niż w poprzednich grupach. Jednocześnie to właśnie wspólnoty tego klastra są liderami we wdrażaniu innowacyjnych podejść do budżetowania: aktywnie stosuje się tu budżet partycypacyjny oraz budżetowanie wrażliwe na płeć, finansowane są programy rozwoju inkluzyjnego. Pozwala to na zwiększenie efektywności wykorzystania zasobów i sprzyja spójności społecznej, nawet przy braku znaczących możliwości finansowych.

4.3. Klaster 3 – niski poziom stabilności finansowej wspólnot terytorialnych.

Do tego klastra należą wspólnoty o niewielkim udziale wpływów podatkowych i znacznym uzależnieniu od transferów z budżetu państwa, lecz z aktywnym udziałem społecznym i stosowaniem podejścia inkluzyjnego w zarządzaniu finansami. Baza finansowa tych wspólnot jest ograniczona, jednak aktywnie wdrażają one praktyki przejrzystości i odpowiedzialności: omawianie projektu budżetu z obywatelami, angażowanie w analizę sprawozdań z jego wykonania, prowadzenie konsultacji społecznych.

4.4. Klaster 4 – krytycznie niski poziom stabilności finansowej wspólnot terytorialnych.

Wspólnoty tego klastra charakteryzują się relatywnie niskimi średnimi dochodami i wydatkami w przeliczeniu na jednego mieszkańca, znaczną zależnością od transferów międzybudżetowych oraz wysokim obciążeniem długiem. Dochody podatkowe własne są ograniczone, co obniża poziom samodzielności finansowej. Choć stosowane są pojedyncze instrumenty udziału społeczeństwa w procesie budżetowym, to ogólnie innowacyjne praktyki (takie jak budżet partycypacyjny czy budżetowanie wrażliwe na płeć) są słabo rozwinięte. Są to zatem wspólnoty o podwyższonym ryzyku niestabilności finansowej.

4.5. Wizualizacja wyników

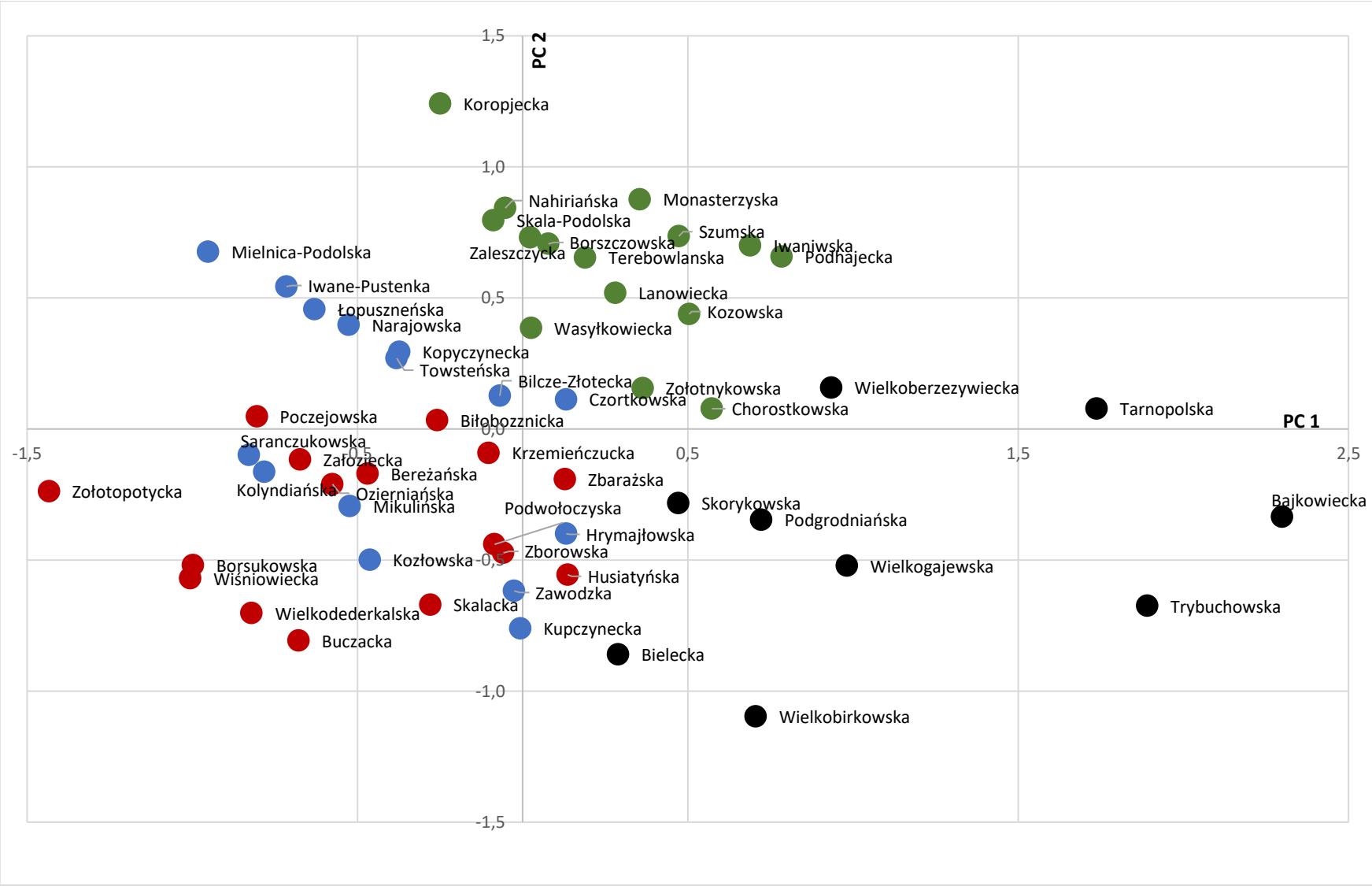
Tym samym klastry demonstrują różne modele stabilności finansowej: od zależnych od transferów, ale otwartych na udział obywateli (klaster 3), po ekonomicznie silne i zorientowane inwestycyjnie wspólnoty (klaster 1). Najciekawszym dla dalszych badań jest klaster 2, w którym –

pomimo przeciętnego potencjału finansowego – aktywnie rozwijają się inkluzyjne i innowacyjne podejścia w procesie budżetowym.

Do wizualizacji klastrów, w celu przedstawienia wspólnot w przestrzeni dwuwymiarowej, najpierw zastosowano metodę głównych składowych (PCA). Metoda ta przekształca dane wielowymiarowe do 2 głównych składowych, które zachowują maksymalną wariancję (informację).

Wykres klastrowy (wizualizacja 2D). Na rys. 1 przedstawiono wspólnoty w przestrzeni dwóch głównych składowych po zastosowaniu PCA w celu redukcji wymiarowości do 2. Punkty oznaczające wspólnoty pokolorowano zgodnie z klastrami (czarny – klaster 1, zielony – klaster 2, niebieski – klaster 3, czerwony – klaster 4). Współrzędne punktów to wartości dwóch głównych składowych. Nazwy wspólnot dodano jako etykiety punktów. Widać, że grupy są dość wyraźnie odseparowane w przestrzeni: wspólnoty klastrów 1 i 4 są rozmieszczone kompaktowo i oddalone od pozostałych, podczas gdy wspólnoty klastra 3 tworzą odrębną grupę z pewnym nakładaniem się na klaster 2. Grupa pośrednia (klaster 2) zajmuje pozycję między wspólnotami o najlepszych i najsłabszych wynikach. Taka wizualizacja potwierdza wyniki analizy – finansowo stabilne wspólnoty wyraźnie różnią się od wspólnot o niskim i krytycznie niskim poziomie stabilności finansowej, a wspólnoty grupy średniej zajmują pozycję pośrednią.

Tym samym przestrzenne rozmieszczenie klastrów ukazuje wyraźne rozdzielenie wspólnot finansowo silnych i słabych, a także wyodrębnienie grupy z szczególnym akcentem na rozwój inkluzyjny.



Rysunek 1. Diagram klastrowy wspólnot terytorialnych w przestrzeni dwóch głównych składowych

5. Wnioski i perspektywy dalszych badań

Wskaźnikiem decydującym, odzwierciedlającym efektywność stosowania instrumentów finansowych w realizacji polityki finansowej rozwoju społeczno-gospodarczego wspólnot terytorialnych, jest ich stabilność finansowa. Stanowi ona integralną charakterystykę rezyliencji wspólnoty – zdolności do przeciwstawiania się, adaptacji i odbudowy w warunkach wyzwań transformacyjnych – oraz wynik synergii narzędzi i technologii zarządczych ukierunkowanych na oddziaływanie na finanse lokalne.

Stabilność finansową wspólnoty terytorialnej należy rozpatrywać jako poziom zdolności wspólnoty i organów samorządu lokalnego do stosowania adaptacyjnych mechanizmów zarządzania zasobami finansowymi w celu minimalizacji negatywnych skutków szoków endogenicznych i egzogenicznych, odbudowy potencjału finansowego po kryzysowych oddziaływaniach, zmniejszenia wrażliwości na ryzyka, zapewnienia ciągłego i jakościowego świadczenia usług publicznych oraz tworzenia warunków dla rozwoju inkluzyjnego.

Analiza istniejących metodyk diagnozy stabilności finansowej wspólnot terytorialnych wskazuje na ich niejednorodność i fragmentaryczny charakter. Pomimo znaczących osiągnięć poszczególnych badaczy i praktyków, jednolitej, wszechstronnej metodyki dotychczas nie opracowano. Utrudnia to możliwości analizy porównawczej stabilności finansowej wspólnot terytorialnych dla jej wykorzystania przy określaniu priorytetów polityki regionalnej państwa oraz wspieraniu samorządu lokalnego. W związku z tym zaproponowano system wskaźników do diagnozy stabilności finansowej wspólnot terytorialnych w kontekście zapewnienia ich rozwoju inkluzyjnego.

Analiza klastrowa pozwoliła wyodrębnić cztery jednorodne grupy wspólnot terytorialnych, różniące się poziomem stabilności finansowej, zależnością od pozyskanych zasobów finansowych od organów władzy państwowej, strukturą dochodów i wydatków budżetu, stopniem wdrażania innowacyjnych technologii i narzędzi w procesie budżetowym oraz możliwościami zapewnienia rozwoju inkluzyjnego.

Klaster 1 – wysoki poziom stabilności finansowej z aktywnością inwestycyjną: wspólnoty posiadają najwyższe dochody i wydatki w przeliczeniu na jednego mieszkańca, znaczący udział dochodów własnych i podatkowych, niską zależność od transferów oraz wysoki poziom wydatków kapitałowych. Baza finansowa pozwala realizować szeroko zakrojone projekty rozwojowe, pomimo średniego poziomu wdrażania praktyk partycypacyjnych i wrażliwych na płeć.

Klaster 2 – średni poziom stabilności finansowej: wspólnoty charakteryzują się stabilnym potencjałem finansowym i relatywnie wysokim udziałem dochodów własnych. Są liderami we wdrażaniu budżetu partycypacyjnego i budżetowania wrażliwego na płeć, co zwiększa efektywność

wykorzystania zasobów i sprzyja spójności społecznej, nawet przy ograniczonych możliwościach finansowych.

Klaster 3 – niski poziom stabilności finansowej: wspólnoty mają niewielki udział dochodów podatkowych, znaczną zależność od transferów, ale aktywnie wdrażają praktyki przejrzystości i odpowiedzialności: publiczne dyskusje nad budżetem, konsultacje, analizę sprawozdań.

Klaster 4 – krytycznie niski poziom stabilności finansowej: wspólnoty o niskich dochodach i wydatkach na jednego mieszkańca, wysokiej zależności od transferów i obciążeniu długiem. Dochody własne są ograniczone, innowacyjne praktyki budżetowe słabo rozwinięte, co zwiększa ryzyko niestabilności finansowej.

Przeprowadzona na podstawie analizy klastrowej stratyfikacja wspólnot terytorialnych przekonująco ukazała istotne różnice między nimi pod względem poziomu stabilności finansowej i możliwości zapewnienia rozwoju inkluzyjnego, co może stanowić podstawę informacyjną do podejmowania decyzji zarządczych. Graficzna interpretacja potwierdziła wiarygodność uzyskanych klastrów. Tym samym przeprowadzona analiza pozwala ocenić stabilność finansową wspólnot terytorialnych w kontekście zapewnienia ich rozwoju inkluzyjnego w wymiarze porównawczym oraz zidentyfikować grupy ryzyka i sukcesu dla strategicznego planowania rozwoju terytoriów.

Perspektywy dalszych badań upatruje się w opracowaniu metodyki integralnej oceny stabilności finansowej wspólnot terytorialnych w kontekście zapewnienia ich rozwoju inkluzyjnego.

Podsumowując, stabilność finansowa wspólnot terytorialnych należy postrzegać jako złożoną kategorię, łączącą wymiar fiskalny, społeczny i instytucjonalny. W warunkach wojny i niepewności gospodarczej szczególnego znaczenia nabierają zarówno wzmocnienie bazy dochodowej, jak i wdrażanie innowacyjnych narzędzi zarządzania, które zwiększają partycypację obywateli i odporność systemu lokalnych finansów publicznych.

Literatura

Dzigbede K. D., Pathak R., Muzata S. Budget systems and post-pandemic economic resilience in developing countries. *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management.* 2022. № 35 (3). P. 333–353. DOI: https://doi.org/10.1108/JP BAFM-03-2021-0036

Kovalchuk O., Berezka K., Danylyuk I., Babala L., Chopyk P., Basistyi P. *Modeling Russian-Ukrainian War Impact on Global Food Safety. Preliminary Evaluations.* In: *Proceedings of the 13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies*. Wrocław, Poland, 21–23 September 2023, s. 382–387. DOI: 10.1109/ACIT58437.2023.10275672

Lobodina Z., Trush V. Finansova stiikist terytorialnykh hromad u konteksti zabezpechennia yikh inkliuzyvnoho rozvytku [Financial Sustainability of Communities in the Context of Ensuring

Their Inclusive Development]. Visnyk ekonomiky – The Herald of Economics. 2025. No. 3. s. 208-224. DOI: 10.35774/visnyk2025.03.208

Magis K. Community resilience: An indicator of social sustainability. *Society & Natural Resource*s. 2010. № 23 (5). P. 401–416. DOI: https://doi.org/10.1080/08941920903305674

Voznyak H., Mulska O., Kaplenko H., Sorokovyi D., Patytska K. Financial determinants of ensuring the resilience of Ukrainian regions. *Investment Management and Financial Innovations.* 2023. № 20 (4). P. 83–98. DOI: http://dx.doi.org/10.21511/imfi.20(4).2023.08

Voznyak H., Patytska K., Mulska O., Zherebylo I., Sorokovyi D. Resilience of territorial communities amid the war against Ukraine: The role of budgetary instruments. *Public and Municipal Finance.* 2024. № 13 (1), P. 41–54. DOI: http://dx.doi.org/10.21511/pmf.13(1).2024.04

Wilson G. Community resilience, globalization, and transitional pathways of decision making. *Geoforum.* 2012. № 43. P. 1218–1231. URL: https://www.academia.edu/28966955/Community_resilience_globalization_and_transitional_pathways_of_decision_making

Беновська Л., Карвацький Р. Видатки місцевих бюджетів в контексті забезпечення фінансової стійкості місцевих бюджетів в умовах війни. *Світ фінансів.* 2024. № 1 (78). С. 85–97.

Бондарук Т., Бондарук І., Дубина М. Методичний інструментарій оцінки фінансової стійкості місцевих бюджетів України. *Світ фінансів*. 2019. № 2 (59). С. 60–72.

Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування: навч. посіб. К.: КНЕУ, 2001. 170 с.

Камінська І. М. Діагностика фінансової стійкості регіонів України. *Збірник праць Луцького національного технічного університету.* 2008. Вип. 5 (20). С. 168–182.

Костирко Л. А., Велентейчик Н. Ю. Методичні засади комплексного аналізу фінансової стійкості місцевих бюджетів. *Фінансовий простір*. 2016. № 1. С. 83–92.

Лисяк Л. В., Дяченко М. К. Оцінка бюджетної стійкості: регіональний аспект. *Вісник Дніпропетровської державної фінансової академії.* 2011. № 2. С. 62–68.

Лисяк Л. В., Кушнір А. І. Фінансова стійкість місцевих бюджетів: теоретичний аспект. *Молодий вчений*. 2019. № 1. С. 472–481.

Люта О. В., Боярко І. М., Пігуль Н. Г. Удосконалення методів оцінювання фінансової стійкості місцевого бюджету. *Актуальні проблеми економіки*. 2012. № 9 (135). С. 194–201.

Стегней М. І., Лінтур І. В. Фінансова стійкість місцевих бюджетів як фактор впливу на інвестиційну привабливість регіону. *Економіка та суспільство*. 2017. № 9. С. 1053–1060.

Abstract

This chapter examines the financial stability of territorial communities in Ternopil region, Ukraine, under the conditions of war and socio-economic uncertainty. Financial stability is treated as an integral characteristic of resilience, combining fiscal, social, and institutional dimensions, and reflecting the ability of communities to adapt, recover, and ensure inclusive development. A system of financial and institutional indicators was developed to diagnose stability, covering revenue and expenditure structures, dependence on intergovernmental transfers, and the implementation of participatory and gender-oriented budgeting tools. Using normalized data for 55 communities in 2024, cluster analysis (k-means method, Euclidean distance) identified four homogeneous groups of communities with different profiles of financial strength, autonomy, and inclusiveness. The results reveal clear differentiation: from financially strong, investment-active communities to those with critical dependence on transfers and limited own revenues. Visualization via principal component analysis (PCA) confirmed the separation of clusters. The findings provide a comparative assessment of financial resilience and practical recommendations for strategic management of local budgets in the context of inclusive growth.

Анотація

У розділі досліджується фінансова стійкість територіальних громад Тернопільської області України в умовах війни та соціально-економічної невизначеності. Фінансова стійкість розглядається як інтегральна характеристика резильєнтності, що поєднує фінансові, соціальні й інституційні виміри та відображає здатність громад адаптуватися, відновлюватися й забезпечувати інклюзивний розвиток. Для діагностики розроблено систему фінансових та інституційних індикаторів, яка охоплює структуру доходів і видатків, рівень залежності від міжбюджетних трансфертів та застосування інноваційних інструментів (партиципаторного та гендерно орієнтованого бюджетування). На основі нормалізованих даних 55 громад за 2024 рік проведено кластерний аналіз (метод k-середніх, евклідова відстань), що дозволив виділити чотири однорідні групи громад з різними профілями фінансової спроможності, автономії та інклюзивності. Результати підтвердили чітку диференціацію: від фінансово сильних, інвестиційно активних громад до тих, що критично залежать від трансфертів і мають обмежені власні доходи. Візуалізація за допомогою аналізу головних компонент (PCA) підтвердила надійність кластерів. Отримані результати забезпечують порівняльну оцінку фінансової стійкості громад і формують практичні рекомендації для стратегічного управління місцевими бюджетами в контексті інклюзивного розвитку.

Streszczenie

Rozdział poświęcono ocenie stabilności finansowej wspólnot terytorialnych obwodu tarnopolskiego w warunkach wojny. Stabilność traktowana jest jako miara rezyliencji i zdolności do zapewnienia rozwoju inkluzyjnego. Opracowano zestaw wskaźników finansowych i instytucjonalnych, obejmujących strukturę dochodów i wydatków, zależność od transferów oraz wdrażanie innowacyjnych narzędzi budżetowych. Na podstawie danych z 2024 r. dla 55 wspólnot przeprowadzono analizę skupień metodą k-średnich, wyróżniając cztery grupy o odmiennym profilu stabilności. Wyniki potwierdziły wyraźne zróżnicowanie: od wspólnot silnych i inwestycyjnie aktywnych po te krytycznie zależne od transferów. Analiza głównych składowych (PCA) potwierdziła spójność klastrów i stanowi podstawę rekomendacji dla zarządzania finansami lokalnymi.

Autorów

Zoryana Lobodina (ORCID ID: 0000-0002-8536-1440) – doktor nauk ekonomicznych, profesor, profesor Katedry Finansów im. S. I. Yuriy z Zachodnioukraińskiego Uniwersytetu Narodowego.

W 2009 roku obroniła pracę doktorską na temat "Zasoby finansowe zakładów opieki zdrowotnej dla dzieci" na stopień kandydata nauk ekonomicznych. W 2011 roku uzyskała tytuł naukowy profesora nadzwyczajnego Katedry Finansów.

W 2019 roku obroniła pracę doktorską na temat "Budżetowy mechanizm rozwoju społeczno-gospodarczego państwa" na stopień doktora nauk ekonomicznych. W 2020 roku uzyskała tytuł naukowy profesora Katedry Finansów.

Lobodina Zoryana Mykolaivna jest autorką ponad 210 prac naukowych i dydaktycznych, w tym 1 monografii indywidualnej i 12 zbiorowych, 75 artykułów w publikacjach fachowych, z czego 5 artykułów znajduje się w publikacjach znajdujących się w bazach danych naukometrycznych Web of Science, Scopus; jest współautorką 4 podręczników – "System budżetowy", "System skarbowy", "Finanse" i "Zarządzanie budżetem", 4 podręczników – "System budżetowy. Szkolenia studyjne", "Finanse gminy", "System budżetowy w schematach i tabelach" oraz "Finanse publiczne". Indeks Hirscha w Google Scholar wynosi 16, w Web of Science – 2, w Scopus – 1.

Organizator międzynarodowych forów, konferencji, konkursów prac naukowych. Członek komitetów redakcyjnych czasopism branżowych.

Zainteresowania badawcze: finanse publiczne, polityka fiskalna, innowacyjne narzędzia i technologie zarządzania zasobami finansowymi wspólnot terytorialnych i państwa, rozwój inkluzywny.

Nagrody: Dyplom i Podziękowanie Ministerstwa Edukacji i Nauki Ukrainy za wieloletnią sumienną pracę, znaczący osobisty wkład w kształcenie wysoko wykwalifikowanych specjalistów oraz owocną działalność naukową i pedagogiczną (2023, 2024); Wdzięczność Departamentu Finansów Tarnopolskiej Obwodowej Administracji Państwowej (2024); Dyplom Rady Obwodowej Tarnopola (2021); liczne dyplomy i podziękowania od kierownictwa Zachodnioukraińskiego Uniwersytetu Narodowego za znaczące wyniki badań naukowych i udział w organizacji imprez naukowych.

Volodymyr Horyn (ORCID: 0000-0002-6048-8330) – profesor Katedry Finansów im. S. I. Yurija Zachodnioukraińskiego Uniwersytetu Narodowego, doktor nauk ekonomicznych. Autor i współautor ponad 70 artykułów naukowych w specjalistycznych wydawnictwach naukowych Ukrainy, Niemiec, Polski, a także 10 monografii, 13 podręczników i materiałów dydaktycznych. Wielokrotnie był zaangażowany w prowadzenie kursów doskonalenia zawodowego z zakresu zarządzania finansami lokalnymi dla pracowników organów samorządu lokalnego różnych regionów Ukrainy. Uczestnik zespołów badawczych realizujących kilka prac naukowo-badawczych Katedry Finansów im. S. I. Yurija, które otrzymały finansowanie z budżetu państwa, od społeczności lokalnych i innych zleceniodawców.

Członek redakcji kilku monografii zbiorowych, dwóch czasopism naukowych, które znajdują się na liście naukowych wydawnictw specjalistycznych Ukrainy (kategoria B). Członek komitetów organizacyjnych Ogólnoukraińskich Olimpiad Studenckich i konkursów prac naukowych ze specjalności „Finanse i kredyt” (2015, 2016, 2022), dwóch Międzynarodowych Forów Finansowych, przeprowadzonych na bazie Zachodnioukraińskiego Uniwersytetu Narodowego (2024, 2025).

Nagrody: Dyplom i Honorowy Dyplom Ministerstwa Edukacji i Nauki Ukrainy za wieloletnią sumienną pracę, znaczący osobisty wkład w przygotowanie wysoko wykwalifikowanych specjalistów oraz owocną działalność naukową i pedagogiczną (2023, 2024 r.), Podziękowania Departamentu Finansów Obwodowej Administracji Państwowej w Ternopolu (2024 r.) oraz Głównego Zarządu Państwowej Służby Skarbowej Ukrainy w obwodzie Ternopolskim (2024 r.) za wspieranie twórczego i intelektualnego rozwoju młodego pokolenia, liczne dyplomy i podziękowania od kierownictwa Zachodnioukraińskiego Uniwersytetu Narodowego za znaczące wyniki badań naukowych i udział w organizacji wydarzeń naukowych.

Kateryna Berezka (ORCID: 0000-0002-9632-4004) – kandydat nauk technicznych, adiunkt, adiunkt Katedry Matematyki Stosowanej Zachodnioukraińskiego Uniwersytetu Narodowego.

Zainteresowania naukowe: modelowanie matematyczne systemów i procesów ekonomicznych oraz technicznych, metody ekonometryczne, zastosowanie metod wielowymiarowych w badaniach społeczno-ekonomicznych.

Valentyna Panasyuk
D. Sc. (Economics), Professor,
Head of the Department of Audit,
West Ukrainian National University
ORCID ID: 0000-0002-5133-6431

Yuliia Novak
PhD in Economics, Associate Professor,
Department of International Tourism
and Hotel & Restaurant Business,
West Ukrainian National University
ORCID ID: 0000-0001-6114-9122

DIGITIZATION OF ACCOUNTING AS A DRIVER OF EFFECTIVE ECONOMIC DEVELOPMENT

Problem statement. In today's dynamic development of information technologies, digitalization is becoming a key factor in increasing the efficiency of all sectors of the economy. It is of particular importance in the field of accounting, as digital technologies provide automation of accounting processes, increase data accuracy, reduce the risk of human errors and accelerate analytical processing of information. However, despite the obvious advantages, the process of digital transformation of accounting systems in Ukraine faces a number of challenges: insufficient level of digital competence of employees, high costs of implementing innovations, lack of unified standards of digital accounting and cybersecurity problems.

Analysis of recent research and publications. The issue of digital transformation of the accounting system is considered by numerous scientists, focusing on various aspects of this process. In particular, O. Blagodyr and O. Lemishovskaya[1] emphasize that digital technologies change approaches to the implementation of business processes, contributing to the optimization of management decisions and the formation of a new accounting organization. I. Khadzhinov and A. Ishchuk[2] study the impact of digitalization on the business models of enterprises, noting that digital platforms are becoming a tool for increasing competitiveness and management efficiency.

V. Shkromyda, N. Shkromyda and T. Hnatyuk[3] in their work focus on the transformation of the accounting and reporting system under the influence of digital technologies, identifying new

[1]Blahodyr, O., & Lemishovska, O. (2024). Osoblyvosti realizatsii biznes protsesiv subiektiv hospodariuvannia v umovakh tsyfrovoi transformatsii ta yikh vplyv na orhanizatsiiu obliku. *Ekonomika ta suspilstvo*, (61).
[2] Khadzhynov, I. V., & Ishchuk, A. Ye. (2023). Vplyv suchasnykh protsesiv tsyfrovizatsii na biznes ta yoho menedzhment. *Ekonomika i orhanizatsiia upravlinnia*, (4), 72–81.
[3]Shkromyda, V. V., Shkromyda, N. Ya., & Hnatiuk, T. M. (2024). Transformation of the accounting and reporting system in the conditions of business digitization. *The Actual Problems of Regional Economy Development*, 2(20), 370–379.

requirements for the professional competencies of accountants. O. Koval and O. Tomchuk[4] study the issue of adapting accounting to the conditions of the digital economy, emphasizing the need for standardization of accounting processes and the implementation of unified digital platforms.

At the same time, N. Radova and A. Plotnikova[5] analyze the impact of digital transformation on the content, methods and techniques of accounting, emphasizing the need to develop the concept of an integrated digital accounting system. The study by O. Yevseeva, N. Ivanova and O. Skorba[6] indicates that innovative technologies, such as artificial intelligence and cloud services, significantly increase the efficiency of accounting operations, ensuring the accuracy and timeliness of data. In addition, M. Guz, L. Sokolenko and Ya. Tkal[7] consider the possibilities of using blockchain technology in accounting, which opens up new prospects for ensuring the transparency and reliability of financial information.

Despite the growing attention of scientists to the topic of digitalization of accounting, there are still a number of aspects that require further study. In particular, most studies focus on the technological side of the process – automation of accounting operations, implementation of software products or application of artificial intelligence. However, the issues of strategic impact of digitalization on the efficiency of economic development, transformation of financial control and formation of a new role of accountant in the digital environment have not been sufficiently studied.

The issues of interaction between state digital platforms, tax authorities and enterprise accounting systems, which is a key factor for increasing the transparency and reliability of financial reporting, also remain insufficiently developed. In addition, there is a lack of comprehensive methods for assessing the effectiveness of digital accounting transformation in terms of economic impact, labor productivity and cost reduction.

Formulation of the objectives of the article (task statement). The purpose of the article is to study the role of digitalization of accounting as a factor in increasing the efficiency of management and economic development. To achieve the goal, the following tasks are planned to be solved: to reveal the essence and trends of digitalization of accounting in modern conditions; to assess the impact of digital technologies on the quality of accounting information and management processes; to identify areas for improving the accounting system in the context of digital transformation of the economy.

[4]Koval, O., & Tomchuk, O. (2024). Accounting in the conditions of digitalization. *"ESONOMY. FINANSES. MANAGEMENT: Topical issues of science and practical activity"*, *1*(1(67)), 23–37.
[5]Radova, N., & Plotnikova, A. (2023). Accounting in the conditions of digitalization. *Scientific Bulletin of Odessa National Economic University*, *11-313), 134–141*.
[6]Yevsieieva, O. O., Ivanova, N. A., & Skorba, O. A. (2024). Vplyv tsyfrovykh innovatsii na efektyvnist bukhhalterskoho obliku v Ukraini.
[7] Huz, M. M., Sokolenko, L. F., & Tkal, Ya. S. (2023). Innovatsiinyi potentsial tekhnolohii blokchein u bukhhalterskomu obliku. *Investytsiyi: Praktyka ta dosvid*, (2), 19–25.

Presentation of the main material of the study. Modern information technologies significantly affect the approaches and practices of accounting. Therefore, its transformation becomes an important stage in the process of modernization and increasing the efficiency of accounting systems. Updating the accounting methodology allows you to adapt it to the conditions of the general digitalization of economic processes. Accounting creates critically important information - accounting data, which serve as the basis for analysis, forecasting and making management decisions aimed at strengthening the competitive position of the enterprise. This information is unique and is formed exclusively within the accounting system[8].

Digitalization can be considered as the process of converting information from analog to digital format, which ensures its rapid processing and storage. If earlier in Ukraine this term was used mainly in a narrow technical sense, today its meaning has acquired a broader interpretation. Today, digitalization is a large-scale phenomenon that forms a new reality for the economy, business and society as a whole. It encompasses the introduction of modern technologies into all areas of activity, the modernization of business processes, strengthening cyber protection and stimulating innovative development[9].

The process of digitalization of accounting was the result of a number of interrelated factors that transformed the economic environment. First of all, it is worth noting the rapid development of electronic document management, which replaced paper media, reduced the costs of enterprises and increased the speed of data processing. At the same time, information has acquired the status of a strategic resource that directly affects the value of business and the effectiveness of management decisions. The emergence of digital assets – such as cryptocurrencies and tokenized resources – has become another factor that has led to the need to update accounting standards and form new methodological approaches.

In addition, the digital transformation process has been influenced by the growing role of non-financial reporting that is focused on the social, environmental and management aspects of enterprises. Businesses are increasingly focusing on sustainable development, corporate responsibility and transparency of information flows. The introduction of modern technologies – in particular cloud services, big data (Big Data) and automated accounting systems – has changed the ways of collecting, processing and analyzing information. As a result, a global information

[8]Savkiv, U. S., & Kuzmin, T. L. (2023). Udoskonalennia vedennia bukhhalterskoho obliku ta formuvannia zvitnosti v umovakh tsyfrovoi ekonomiky. *The Actual Problems of Regional Economy Development,* 2(19), 87–95.
[9]Koval, O., & Tomchuk, O. (2024). Accounting in the conditions of digitalization. *"ESONOMY. FINANSES. MANAGEMENT: Topical issues of science and practical activity"*, *1*(1(67)), 23–37.

environment has been formed, within which accounting has become more mobile, integrated and technologically flexible, which determines the current stage of its digital transformation[10].

We highlight the following main trends in the implementation of digital technologies in accounting, which reflect the key areas of transformation of accounting processes and increasing the efficiency of information management (Fig. 1).

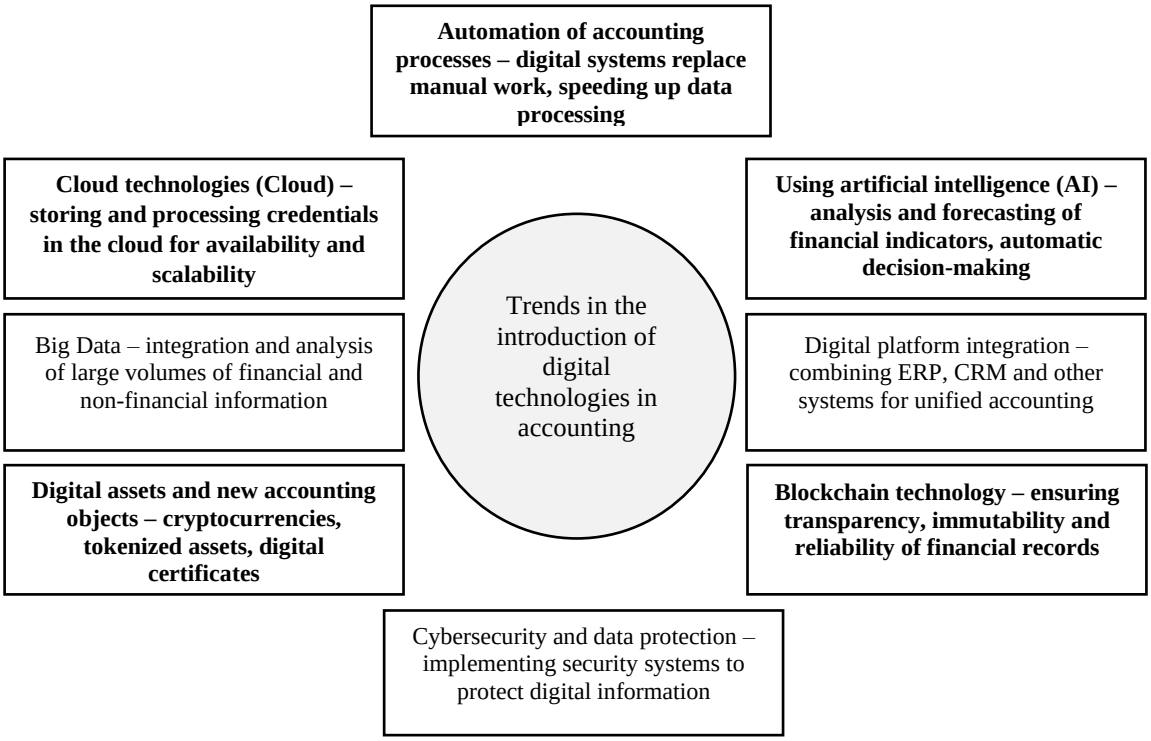


Figure 1. Trends in the introduction of digital technologies in accounting
Source: compiled by the authors themselves

Digital transformation requires companies to implement various modern technologies like artificial intelligence, data analysis, cloud services, and blockchain. The sheer number of these tools makes it essential for an organization to create a clear digital transformation strategy, as this is a complex process that involves gradual changes across all areas of a company's operations[11].

Automated accounting systems are sophisticated software solutions designed to handle accounting in compliance with current laws and internal company standards. While they perform all fundamental accounting tasks, they are particularly effective at gathering, summarizing, and structuring data. This functionality allows for flexible customization based on user needs, enables the

[10]Yevsieieva, O. O., Ivanova, N. A., & Skorba, O. A. (2024). Vplyv tsyfrovykh innovatsii na efektyvnist bukhhalterskoho obliku v Ukraini.
[11]Blahodyr, O., & Lemishovska, O. (2024). Osoblyvosti realizatsii biznes protsesiv subiektiv hospodariuvannia v umovakh tsyfrovoi transformatsii ta yikh vplyv na orhanizatsiiu obliku. *Ekonomika ta suspilstvo*, (61).

grouping of information by accounts, and facilitates the generation of systematic reports in standard formats[12].

The use of automated systems in practice shows that they greatly lessen the workload on accountants by eliminating routine tasks. This gives the specialist more time to analyze and interpret financial data and to advise management, helping them make well-informed decisions.

Cloud technologies in accounting open up wide opportunities for optimizing the processing and analysis of financial information. First, they allow you to effectively work with large volumes of data stored in cloud storage. The use of big data analysis technologies in combination with machine learning algorithms allows you to identify anomalies and potential risks, which improves the quality of financial control.

Secondly, cloud services facilitate the automation of electronic auditing and remote work. This provides reliable data processing and storage using electronic signatures and authentication. They also allow the use of intelligent analytical tools without the need to purchase software for each individual computer. This allows you to assess risks, detect anomalies in financial statements and develop predictive models to prevent problems.

Ultimately, cloud technology offers a high level of security and data protection. The use of specialized encryption and access control methods ensures the confidentiality and integrity of information stored in the cloud, which is especially important for accounting and auditing purposes[13].

Cloud technologies and no-code/low-code platforms allow you to scale your business without involving a large team of developers, increasing data availability and reducing equipment costs. In accounting, their use contributes to process automation, increasing accuracy and efficiency. Cloud solutions help integrate data from different sources, visualize financial indicators and identify anomalies or patterns, which increases the analytical capabilities of accountants. At the same time, it is important to consider cybersecurity issues and choose secure services in accordance with the digital business strategy.

Blockchain technologies in accounting provide increased transparency, reliability and efficiency of financial transactions. They contribute to the optimization of mutual settlements: the use of open accounts and supply chain financing allows to reduce additional costs that accompany traditional financing methods, and also reduces the risks of fraud. Smart contracts, or “smart contracts”, provide automation of the conclusion, execution and termination of transactions through

[12]Shkromyda, V. V., Shkromyda, N. Ya., & Hnatiuk, T. M. (2024). Transformation of the accounting and reporting system in the conditions of business digitization. *The Actual Problems of Regional Economy Development,* 2(20), 370–379.
[13]Holovchak, Yu. V., & Holovchak, H. V. (2024). Tsyfrova transformatsiia bukhhalterskoho obliku ta audytu cherez khmarni rishennia. *Investytsiyi: Praktyka ta dosvid*, (20), 137–142.

coded algorithms, which eliminates the possibility of any participant's sole influence on the process and increases the security of transactions in the network.

Blockchain also improves logistics chains by using cryptographic methods and peer-to-peer networks, allowing manufacturers, suppliers, customers and other stakeholders to receive reliable information about deliveries and financial transactions in real time. The main advantages of using the technology in accounting include increased control over deliveries, reduced losses associated with illegal or "gray" products, increased transparency and compliance with requirements when interacting with partners, as well as a significant reduction in the volume of documentation and administrative costs. The implementation of blockchain technologies allows to increase the efficiency of accounting and financial processes at enterprises, creating conditions for more dynamic business development and ensuring the stability of financial flows[14].

The implementation of blockchain technologies in accounting processes faces a number of significant barriers that hinder their widespread use. The biggest challenge is the need to create a single technological platform that will be used by all companies. Only in the case of joint use of the blockchain can full compatibility of documents and operations be achieved without additional confirmations, which significantly increases the efficiency of accounting processes.

Among other problems, it is worth noting the underdeveloped platforms for blockchain-based accounting, the complexity of integrating various software products, the high cost of training specialists, and the low level of digital literacy in the country. The lack of legal regulation of blockchain in Ukraine also complicates its application, increases legal risks, and hinders the realization of innovative potential[15].

Big Data technology stands out from traditional data processing methods due to several key features. It involves a massive amount of data that needs specialized storage and processing, and it requires high-speed real-time analysis. The data comes from various sources and is constantly changing, often without a rigid, structured format.

The application of Big Data involves complex information management, including storage (frequently in the cloud), structuring with software platforms, and detailed analytics. These processes are all aimed at generating reports and supporting management decisions.

The key advantages of using Big Data in accounting are improving decision-making, managing risk, developing new products, and increasing profit margins. By analyzing large datasets, companies gain valuable insights that lead to better-informed management decisions. Additionally, Big Data

[14]Huz, M. M., Sokolenko, L. F., & Tkal, Ya. S. (2023). Innovatsiinyi potentsial tekhnolohii blokchein u bukhhalterskomu obliku. *Investytsiyi: Praktyka ta dosvid*, (2), 19–25.
[15]Holovchak, Yu. V., & Holovchak, H. V. (2024). Tsyfrova transformatsiia bukhhalterskoho obliku ta audytu cherez khmarni rishennia. *Investytsiyi: Praktyka ta dosvid*, (20), 137–142.

technology helps predict potential risks, allowing for timely action to minimize them, and identifies customer needs to aid in creating innovative products and services[16].

Digitalization has led to the emergence of new types of assets that require accounting, such as cryptocurrencies, tokens, smart contracts and NFTs. This raises the question of the correct reflection of such assets in accounting, because currently there are no unified standards for accounting for crypto assets. In world practice, they are accounted for in different ways: as intangible assets, investments, financial instruments or even goods. In Ukraine, there are still no regulatory documents on the accounting of cryptocurrencies, but the topic is actively discussed in scientific and professional circles[17].

The adoption of robotics and artificial intelligence (AI) in accounting greatly improves the accuracy and speed of financial data processing. Automating routine tasks like data entry, compliance checks, and reporting reduces the chance of errors. Additionally, AI's analytical capabilities allow it to find anomalies, predict trends, and help with making better-informed management decisions. Furthermore, AI efficiently handles vast amounts of data, which is crucial for collecting, analyzing, and evaluating information in accounting, including the creation of financial statements[18].

AI and robotics of accounting processes are appropriate both for performing regular tasks - managing receivables and payables, expenses and cash flows - and for non-standard functions, for example, creating predictive models, controlling product flows and detecting fraudulent schemes. At the same time, the implementation of these technologies requires attention to cybersecurity, ethical aspects and organizational changes in labor structures, which requires thoughtful management, personnel adaptation and a strategic approach from enterprises.

Based on our analysis of current digitalization trends, we've identified the key areas where technology can be applied to streamline core accounting tasks and enhance financial information management.

[16]Yevsieieva, O. O., Ivanova, N. A., & Skorba, O. A. (2024). Vplyv tsyfrovykh innovatsii na efektyvnist bukhhalterskoho obliku v Ukraini.
[17]Radova, N., & Plotnikova, A. (2023). Accounting in the conditions of digitalization. *Scientific Bulletin of Odessa National Economic University*, *11-313), 134–141*.
[18]Koval, O., & Tomchuk, O. (2024). Accounting in the conditions of digitalization. *"ESONOMY. FINANSES. MANAGEMENT: Topical issues of science and practical activity"*, *1*(1(67)), 23–37.

Table 1

The impact of digital technologies on improving the efficiency of accounting processes

№	Accounting Process	Purpose of technology	Technology used	Expected effect
1	Data Entry Automation	Reduce manual work and errors	OCR, cloud services	Reduction in processing time, accuracy
2	Payment and Transaction Control	Increase transparency and security	Blockchain	Fraud protection, transparent transactions
3	Cost and Income Analysis	Identify patterns and optimize resources	Big Data, analytical platforms	Cost forecasting, efficient management
4	Financial Reporting	Quickly create reliable reports	Artificial intelligence, RPA	Minimization of errors, time saving
5	Financial Forecasting	Make informed decisions	Machine learning	Increase in forecast accuracy
6	Tax Planning Optimization	Reduce risks of violations	Cloud services, analytics	Effective compliance with legislation
7	Inventory and Asset Management	Control and resource efficiency	IoT, Big Data	Reduction in losses and cost overruns
8	Internal Audit and Verification	Improve the quality of internal control	RPA, analytical tools	Quick data verification, risk identification

Source: compiled by the authors themselves

The impact of digital technologies on accounting is becoming increasingly significant, as they allow for increased accuracy, speed, and transparency of accounting processes.

Modern digital technologies are also significantly changing the taxation system, providing faster and more accurate collection and processing of financial data, increasing transparency and reducing the risks of fraud and tax evasion. Thanks to cloud services and automated information processing systems, tax authorities are able to exchange data electronically, implement control systems and operational analysis of financial flows. For taxpayers, this simplifies the process of reporting, electronic payment and the use of analytical tools to forecast financial results. At the same time, the effective use of such technologies requires a high level of digital competence and reliable data protection[19].

The digitalization of regional economic systems creates new opportunities for the development of social entrepreneurship, in particular through crowdfunding platforms that allow you to attract resources and investors, test the market and develop social projects. Although the use of digital technologies has technical and organizational risks, they contribute to increasing the efficiency,

[19]Brazilii, N. M., Tkachenko, A. A., & Zdir V. A. Digitalization of the accounting, reporting and taxation system in the modern economic conditions. (2023). *Scientific Papers of Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University (Economic Sciences)*, *2*(48), 103–112.

effectiveness and innovation of social enterprises, stimulating economic growth and strengthening interaction between key participants in the system[20].

Digital transformation requires more than just installing new technologies; it also involves a complete reorganization of an enterprise's processes for effective use. A company needs to adapt its structure and redefine responsibilities to work with new digital tools. It's crucial to evaluate how these technologies will impact different departments, identify possible organizational models, and choose the best one for implementing these changes. This strategy ensures digital solutions work seamlessly with current processes and supports the enterprise's continued growth in the era of digitalization[21].

The integration of blockchain technology into accounting leads to changes in both technical and organizational areas. This involves modernizing accounting methods, adjusting the company's accounting policy for the digital economy, using digital assets as new objects of accounting, and developing a regulatory framework at the national and international levels. Training staff to use modern information technologies is also crucial. In the future, blockchain won't replace traditional accounting but will enhance it, especially for controlling financial transactions between parties[22].

The choice of an organizational structure for implementing digital technologies depends on a company's readiness for digital transformation. Initially, it's best to create a dedicated digital unit for centralized management and support. Later, as the company adapts, these digital employees can be merged into functional teams, which improves the consistency between traditional and digital processes and helps a company use technology more effectively[23].

In connection with the digital transformation of accounting processes, it becomes necessary for accounting and financial services employees to master new professional competencies. In particular, they must possess modern information technologies and business analytics tools, understand the basics of mathematical analysis and big data processing, and work effectively with analytical platforms and systems for remote document management. In addition, it is important to develop skills in interaction through digital communication tools and apply innovative approaches to monitoring and evaluating financial information.

Mastering these competencies allows specialists not only to automate routine operations, but also to improve the quality of analytical work, forecasting financial results and making management decisions. As a result, the digitalization of accounting creates conditions for the formation of a more

[20]Revko, A. M. (2023). Tsyfrovizatsiia rehionalnykh ekonomichnykh system yak faktor rozvytku sotsialnoho pidpryiemstva v umovakh detsentralizatsii. *Tsyfrova ekonomika ta ekonomichna bezpeka,* (4(04) /), 52–55.
[21]Khadzhynov, I. V., & Ishchuk, A. Ye. (2023). Vplyv suchasnykh protsesiv tsyfrovizatsii na biznes ta yoho menedzhment. *Ekonomika i orhanizatsiia upravlinnia*, (4), 72–81.
[22]Savkiv, U. S., & Kuzmin, T. L. (2023). Udoskonalennia vedennia bukhhalterskoho obliku ta formuvannia zvitnosti v umovakh tsyfrovoi ekonomiky. *The Actual Problems of Regional Economy Development,* 2(19), 87–95.
[23]Khadzhynov, I. V., & Ishchuk, A. Ye. (2023). Vplyv suchasnykh protsesiv tsyfrovizatsii na biznes ta yoho menedzhment. *Ekonomika i orhanizatsiia upravlinnia*, (4), 72–81.

strategic role for accountants, turning them into key participants in the process of resource optimization and enterprise development.

Conclusions and prospects for further research. This study confirms that digitalizing accounting is a powerful driver for boosting business management efficiency and economic growth. Using modern technologies like cloud services, artificial intelligence, blockchain, Big Data, and automated analytical platforms significantly increases the accuracy, speed, and transparency of accounting processes, while also reducing manual work and minimizing the risk of fraud and errors.

The adoption of digital solutions helps to streamline internal business processes, enhance financial control, and enables the integration of accounting systems with tax authorities and government platforms. This, in turn, improves the reliability and efficiency of financial reporting.

At the same time, the study revealed several issues that require more research. These include the lack of unified standards for digital asset accounting, low levels of digital skills among accountants, high costs for implementing new technologies, and the complex process of ensuring cybersecurity. Furthermore, the strategic impact of digitalization on economic development remains understudied, especially concerning the effectiveness of financial control, the changing role of accountants, and the integration of accounting systems with government platforms. Therefore, solving these problems is a promising area for future research.

Referens

Blahodyr, O., & Lemishovska, O. (2024). Osoblyvosti realizatsii biznes protsesiv subiektiv hospodariuvannia v umovakh tsyfrovoi transformatsii ta yikh vplyv na orhanizatsiiu obliku. *Ekonomika ta suspilstvo*, (61). https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-132

Brazilii, N. M., Tkachenko, A. A., & Zdir V. A. Digitalization of the accounting, reporting and taxation system in the modern economic conditions. (2023). *Scientific Papers of Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University (Economic Sciences)*, *2*(48), 103–112. https://doi.org/10.31388/2519-884x-2023-48-103-112

Holovchak, Yu. V., & Holovchak, H. V. (2024). Tsyfrova transformatsiia bukhhalterskoho obliku ta audytu cherez khmarni rishennia. *Investytsiyi: Praktyka ta dosvid*, (20), 137–142. https://doi.org/10.32702/2306-6814.2024.20.137

Huz, M. M., Sokolenko, L. F., & Tkal, Ya. S. (2023). Innovatsiinyi potentsial tekhnolohii blokchein u bukhhalterskomu obliku. *Investytsiyi: Praktyka ta dosvid*, (2), 19–25. https://doi.org/10.32702/2306-6814.2023.2.19

Khadzhynov, I. V., & Ishchuk, A. Ye. (2023). Vplyv suchasnykh protsesiv tsyfrovizatsii na biznes ta yoho menedzhment. *Ekonomika i orhanizatsiia upravlinnia*, (4), 72–81. https://doi.org/10.31558/2307-2318.2023.4.8

Koval, O., & Tomchuk, O. (2024). Accounting in the conditions of digitalization. *"ESONOMY. FINANSES. MANAGEMENT: Topical issues of science and practical activity"*, *1*(1(67)), 23–37. https://doi.org/10.37128/2411-4413-2024-1-2

Radova, N., & Plotnikova, A. (2023). Accounting in the conditions of digitalization. *Scientific Bulletin of Odessa National Economic University, 11-313), 134–141. https://doi.org/10.32680/2409-9260-2023-11-12-312-313-134-141*

Revko, A. M. (2023). Tsyfrovizatsiia rehionalnykh ekonomichnykh system yak faktor rozvytku sotsialnoho pidpryiemstva v umovakh detsentralizatsii. *Tsyfrova ekonomika ta ekonomichna bezpeka*, (4(04) /), 52–55. https://doi.org/10.32782/dees.4-9

Savkiv, U. S., & Kuzmin, T. L. (2023). Udoskonalennia vedennia bukhhalterskoho obliku ta formuvannia zvitnosti v umovakh tsyfrovoi ekonomiky. *The Actual Problems of Regional Economy Development*, 2(19), 87–95. https://doi.org/10.15330/apred.2.19.87-95

Shkromyda, V. V., Shkromyda, N. Ya., & Hnatiuk, T. M. (2024). Transformation of the accounting and reporting system in the conditions of business digitization. *The Actual Problems of Regional Economy Development*, 2(20), 370–379. https://doi.org/10.15330/apred.2.20.370-379

Yevsieieva, O. O., Ivanova, N. A., & Skorba, O. A. (2024). Vplyv tsyfrovykh innovatsii na efektyvnist bukhhalterskoho obliku v Ukraini. https://doi.org/10.5281/zenodo.13296464

Abstract

The article explores the role of digitalization in accounting as a key factor in economic efficiency and management effectiveness. It examines the integration of modern technologies, such as artificial intelligence, robotic process automation, cloud services, big data analytics and blockchain, into accounting systems. The study highlights how these technologies increase data accuracy, accelerate reporting and reduce human errors, while providing deeper financial analysis and risk management. Particular attention is paid to the transformation of accounting processes, including the automation of routine tasks, optimization of resource management and predictive analytics for financial decision-making. The study emphasizes that successful digital transformation requires new professional competencies, such as expertise in data processing, business analytics and communication platforms, as well as the adaptation of organizational structures. The study results show that the implementation of digital solutions significantly improves internal control, transparency

and reporting efficiency, contributing to sustainable development and strategic decision-making both in enterprises and in the economy as a whole.

Keywords: digitalization, accounting, artificial intelligence, blockchain, Big Data, automation, financial management, cybersecurity

Streszczenie

Artykuł analizuje rolę digitalizacji w rachunkowości jako kluczowego czynnika efektywności ekonomicznej i zarządzania. Analizuje integrację nowoczesnych technologii, takich jak sztuczna inteligencja, zrobotyzowana automatyzacja procesów, usługi chmurowe, analityka Big Data i blockchain, z systemami księgowymi. Badanie podkreśla, w jaki sposób technologie te zwiększają dokładność danych, przyspieszają raportowanie i redukują błędy ludzkie, zapewniając jednocześnie głębszą analizę finansową i zarządzanie ryzykiem. Szczególną uwagę zwrócono na transformację procesów księgowych, w tym automatyzację rutynowych zadań, optymalizację zarządzania zasobami oraz analitykę predykcyjną w procesie podejmowania decyzji finansowych. W badaniu podkreślono, że udana transformacja cyfrowa wymaga nowych kompetencji zawodowych, takich jak wiedza specjalistyczna z zakresu przetwarzania danych, analityki biznesowej i platform komunikacyjnych, a także adaptacji struktur organizacyjnych. Wyniki badania pokazują, że wdrożenie rozwiązań cyfrowych znacząco poprawia kontrolę wewnętrzną, przejrzystość i efektywność raportowania, przyczyniając się do zrównoważonego rozwoju i podejmowania decyzji strategicznych zarówno w przedsiębiorstwach, jak i w całej gospodarce.

Słowa kluczowe: digitalizacja, księgowość, sztuczna inteligencja, blockchain, Big Data, automatyzacja, zarządzanie finansami, cyberbezpieczeństwo

Authors

Valentyna Panasyuk is an economist, Doctor of Economics (Dr.Sc.), Professor, Acting Head of the Department of Audit at West Ukrainian National University (WUNU), Honored Worker of Education of Ukraine, Academician of the Academy of Economic Sciences of Ukraine, and Honorary Professor of WUNU. Valentyna Panasyuk's teaching career has included positions as trainee lecturer, lecturer, senior lecturer, associate professor, dean, professor, and Acting Head of the Department of Audit. She considers her key achievements to be the concrete results of her work, reflected primarily in state awards and distinctions.

For high professionalism and a significant contribution to scientific and pedagogical activity in Ukraine, V. M. Panasyuk was awarded the Honorary Certificate of the Ministry of Education and Science, Youth and Sports of Ukraine (2011), a Letter of Appreciation from the Ministry of Education

and Science of Ukraine (2016), and a Certificate of the Ministry of Education and Science of Ukraine (2024). For a substantial personal contribution to the development of education and science, many years of diligent service, and high professionalism, she received the Honorary Certificate of the Cabinet of Ministers of Ukraine (2018). For active participation in the volunteer movement of the Ternopil region, she was awarded the medal "For Dignity and Patriotism" (2015); for an active civic stance in rebuilding the Ukrainian state, the medal "For the Revival of Ukraine" from the All-Ukrainian Association "Krayina." For continuous support of social projects, volunteer activity, assistance to ATO participants and internally displaced persons, an active life stance, and an exemplary example for others, she received a Letter of Appreciation from the "Vyruiu" Charitable Foundation (2016) and the medal "Protection of the Holy Theotokos" from the All-Ukrainian Association "Krayina" (2016). For a significant contribution to the development of education and science in the region she was recognized with an Honorary Certificate (2014) and an Honorary Distinction (2015) of the Mayor of Ternopil; for high professionalism, contribution to educating and training youth, cooperation with the Ternopil City Council, participation in joint projects aimed at the development of the city of Ternopil, and on the occasion of Teachers' Day, she received the Mayor's Award Badge (2017) and a valuable gift – an inscribed wristwatch from the Mayor (2018).

Since 2018, Valentyna Panasyuk has been a full member of the International Federation of Professional Accountants and Auditors of Ukraine and of the international public organization "Council of Independent Accountants and Auditors." She has also been recognized with an Honorary Certificate for a significant contribution to the development and promotion of the national professional newspaper All About Accounting (2018) and with a Letter of Appreciation from the Federation of Professional Accountants and Auditors of Ukraine for training a new generation of professionals, high professionalism, and effective cooperation (2019). Valentyna Panasyuk serves as a freelance expert on accounting and taxation for All About Accounting.

For a significant contribution to the economic development of Ukraine, according to the results of the international economic ranking "League of the Best," she was awarded the Order "Star of the Economy of Ukraine" (2019). For a substantial personal contribution to the development of national education, the training of qualified specialists, many years of fruitful pedagogical activity, and high professionalism, by Decree of the President of Ukraine No. 58 of March 6, 2019, Valentyna Mykolaivna Panasyuk was awarded the honorary title "Honored Worker of Education of Ukraine." She is the author of 273 scholarly and instructional works, including 32 articles published in journals indexed in the international scientometric databases Scopus and Web of Science; 3 single-authored monographs; 24 collective monographs; co-authorship of 13 textbooks; co-authorship of 25 teaching manuals approved by the Ministry of Education and Science of Ukraine and the Academic Council

of WUNU; and 40 methodological guidelines. She has participated in more than 100 international scientific and practical conferences, roundtables, symposia, and trainings.

Research interests: development of business plans and enterprise development strategies; accounting and taxation of business entities; international accounting and reporting standards. Since 2015, she has served as a research consultant to SE “Gazpostach” of PJSC “Ternopilmiskgaz” on accounting and audit, and to PJSC “Ternopilmiskgaz” on accounting and taxation.

Yuliia Novak, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of International Tourism and Hotel Business of West Ukrainian National University (Ukraine). In 2009, she defended her candidate dissertation on the topic "Formation of Business Systems of Electrical Engineering Enterprises Based on Functional-Factor Analysis". In 2019, she received the academic title of Associate Professor at the Department of International Tourism and Hotel Business. She is the author of more than 50 scientific and educational-methodological works, and a participant in more than 30 international and all-Ukrainian scientific and practical conferences. She has completed international internships in the field of tourism, public administration, and hotel and restaurant business. Her research interests cover innovative management of hotel business systems, sustainable tourism development, and digitalization of the hospitality industry.

Марія Шестерняк
кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри аудиту
Західноукраїнського національного університету (Україна)
ORCID ID: 0000-0001-9775-6637

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ Й АУДИТУ: ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, РИЗИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Постановка проблеми. Розвиток цифрових технологій докорінно змінює підходи до організації системи контролю й аудиту, що стає вирішальним чинником забезпечення фінансової стійкості та прозорості діяльності підприємств. Разом із тим, процес цифрової трансформації супроводжується низкою проблем: дефіцитом фахівців із цифровими компетентностями, недостатньою адаптацією нормативно-правового поля, зростанням кіберризиків і відсутністю усталених методичних підходів до використання технологій штучного інтелекту, *Big Data* та автоматизованих систем у контролі. Це створює науково-практичну потребу в переосмисленні теоретичних засад контролю й аудиту, адаптації їхніх інструментів до нових цифрових реалій та визначенні напрямів їх розвитку.

Мета статті полягає у комплексному теоретико-практичному обґрунтуванні сутності цифрової трансформації системи контролю й аудиту, визначенні впливу інноваційних технологій, цифрових платформ і автоматизованих рішень на підвищення ефективності контрольних процедур, виявленні основних ризиків цифровізації та формуванні стратегічних напрямів розвитку системи внутрішнього контролю в умовах цифрової економіки. Практичне значення дослідження полягає у розробленні рекомендацій щодо впровадження сучасних онлайн-інструментів контролю й аудиту, підвищення цифрових компетентностей аудиторів і зміцнення прозорості фінансової інформації.

Виклад основного матеріалу. У сучасних умовах глобалізації та цифровізації економічного простору технологічні інновації стають ключовим чинником підвищення конкурентоспроможності підприємств, ефективності функціонування державних інституцій і забезпечення фінансової прозорості. Цифрова економіка формує нову парадигму управління, що ґрунтується на використанні даних, автоматизації процесів і штучному інтелекті, що, своєю чергою, зумовлює трансформацію системи контролю й аудиту. Внутрішній контроль як складова корпоративного управління виконує стратегічну функцію у забезпеченні фінансової стійкості, достовірності облікової інформації, запобіганні шахрайству та мінімізації ризиків. Водночас традиційні методики контролю та аудиту втрачають ефективність в умовах стрімкого розвитку цифрових технологій, зростання обсягів інформаційних потоків, автоматизації

бізнес-процесів і посилення кіберзагроз. Тому інтеграція інноваційних цифрових рішень у систему контролю й аудиту є не лише перспективним напрямом розвитку, а й необхідною умовою адаптації до викликів цифрової економіки. Дослідження можливостей і ризиків упровадження технологічних інновацій, а також окреслення векторів удосконалення аудиторських та контрольних процедур у контексті цифрової трансформації становлять актуальний науково-практичний напрям сучасних економічних досліджень.

Цифрова трансформація контролю й аудиту розглядається сучасними дослідниками як комплексна зміна підходів до збору, обробки, аналізу та верифікації облікової інформації. Вона поєднує технологічні інновації з удосконаленням управлінських процесів, спрямованих на мінімізацію ризиків і підвищення якості прийняття рішень. У науковій літературі наголошується, що цифровізація не лише змінює інструментарій контролю, а й трансформує його ціннісну функцію – від ретроспективного аналізу до прогнозно-аналітичного управління ризиками.

Внутрішній контроль – це система взаємопов'язаних процесів, принципів і процедур, спрямованих на забезпечення ефективності господарської діяльності, достовірності фінансової звітності, збереження активів підприємства та дотримання вимог чинного законодавства. Основна мета внутрішнього контролю полягає у мінімізації ризиків і попередженні можливих помилок, порушень чи зловживань через реалізацію управлінських заходів та систематичний моніторинг діяльності. В умовах цифрової економіки система внутрішнього контролю трансформується, охоплюючи безперервний моніторинг бізнес-процесів, застосування аналітики даних, автоматизацію контрольних процедур і впровадження сучасних механізмів кіберзахисту[1].

Відповідно до результатів попередніх досліджень автора[2], ефективна система контролю й аудиту повинна розглядатися не лише як інструмент перевірки чи виявлення помилок, а як інтегрований елемент системи управління, що забезпечує зворотний зв'язок між стратегічними цілями підприємства та результатами його діяльності. Контроль і аудит у цьому контексті виконують регулятивну, аналітичну та превентивну функції, спрямовані на підвищення ефективності управлінських рішень, раціональне використання ресурсів і мінімізацію ризиків. Такий підхід дозволяє розглядати систему контролю як динамічну складову корпоративного управління, здатну адаптуватися до змін зовнішнього та

[1]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
[2]Шестерняк М.М. Контроль і аудит в системі управління. *Сталий розвиток економіки*, Вип. № 4 (55), 2025. С. 188-96. URL: https://economdevelopment.in.ua/index.php/journal/article/view/1408

внутрішнього середовища, що набуває особливої актуальності в умовах цифрової трансформації бізнес-процесів.

Інноваційні технології у системі внутрішнього контролю відкривають широкий спектр можливостей для підвищення його ефективності, прозорості та адаптивності. Серед ключових напрямів їх застосування можна виокремити такі:

1) Аналітика даних та великі дані (*Big Data Analytics*).

Здатність обробляти великі об'єми структурованих і неструктурованих даних дозволяє виявляти викривлення, напрямки, потенційні шахрайські операції на ранніх стадіях. Наприклад, проведені дослідження показують, що IT-знання аудиторів сприяють ефективнішому аналізу ризиків і забезпеченню контролю[3].

2) Штучний інтелект та машинне навчання.

Використання моделей *ML/AI (Artificial Intelligence / Machine Learning)* для автоматизації певних процедур аудиту – перевірок журналів операцій, прогнозування та оцінки ризиків – знижує витрати часу, підвищує точність і дозволяє аудиторам концентруватися на стратегічній діяльності. Практика свідчать про позитивний вплив таких технологій на якість аудиту за умови правильного впровадження та підготовки персоналу[4].

3) Кібербезпека та інформаційний захист.

В умовах цифрової трансформації бізнесу особливо важливими стають питання збереження цілісності та конфіденційності даних[5]. Технології захисту, шифрування, аудит систем безпеки – це ключові елементи, що повинні бути інтегровані у внутрішній контроль[6].

4) Цифрові платформи та автоматизація аудиторських процедур.

Впровадження *ERP*-систем, *RPA* (роботизація процесів), платформи для моніторингу у режимі реального часу, автоматичні системи звітності дають можливість внутрішньому контролю бути більш адаптивним, швидким та прозорим[7]. Проведені розвідки вказують на важливість IT-інструментів у підвищенні якості аудиту через планування, скопінг та верифікацію даних[8].

---

[3]Harahap, A.R. (2025). Systematic Literature Review On Information Technology (IT) Skills And Understanding For Internal Auditors. *JEMSI (Jurnal Ekonomi, Manajemen, dan Akuntansi)*, Vol. 11, No. 3. Juni, 2025. P. 1181-1189. URL: http://journal.lembagakita.org/index.php/jemsi/article/view/4008?articlesBySimilarityPage=11

[4]Івахненков С.В. Застосування штучного інтелекту в аудиті. *Наукові записки НаУКМА. Економічні науки, № 8(1),* 2023. С. 54-60. URL: https://doi.org/10.18523/2519-4739.2023.8.1.54-60

[5]Шостак Л., Федонюк А., Помазун О. Кібербезпека в системі формування бізнес-моделі підприємства в умовах цифрової економіки. *Економіка та суспільство, № 64*. 2024. URL: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-64-37

[6]Що потрібно знати про аудит кібербезпеки? *ISSP. Training Center*, 28 трав. 2021 р. URL: https://www.issp.training/post/scho-potribno-znaty-pro-audyt-kyberbezpeky (дата звернення 20.10.2025 р.)

[7]Хіміч С.В. Впровадження ERP-систем: вдосконалення управління цифровізацією бізнес-процесів підприємства. *Наукові праці Міжрегіональної академії управління персоналом. Економічні науки.* Випуск 5 (72), 2023. С. 51-56. URL: https://journals.maup.com.ua/index.php/economics/article/view/2785/3245

[8]Онешко С.В., Вітер С.А., Віремейчик А.М. Стратегія розвитку аудиту в умовах цифрової економіки. *Інвестиції:*

Використання зазначених технологій формує концепцію «інтелектуального аудиту», заснованого на автоматизованому зборі даних, безперервному моніторингу операцій та виявленні аномалій у реальному часі. Такий підхід не лише підвищує ефективність контролю, а й зменшує вплив людського чинника, забезпечуючи об'єктивність і точність оцінювання фінансових ризиків. У цьому контексті професійна роль аудитора поступово еволюціонує від виконавця процедур до аналітика та стратегічного радника керівництва.

У процесі цифрової трансформації системи внутрішнього контролю формуються нові виклики та обмеження, які зумовлюють потребу адаптації організацій до оновлених умов функціонування. Одним із ключових чинників, що стримує ефективну імплементацію цифрових інструментів контролю та аудиту, є *дефіцит кадрових компетентностей і опір організаційним змінам*. Значна частина фахівців з аудиту не володіє належним рівнем цифрових навичок, зокрема знаннями у сфері аналітики даних, машинного навчання, кібербезпеки та роботи з автоматизованими інформаційними системами, що створює суттєві бар'єри для впровадження інноваційних технологій у контрольні процеси.

Не менш вагомими є *інфраструктурні та фінансові обмеження*, адже реалізація сучасних технологічних рішень потребує значних інвестицій у програмне й апаратне забезпечення, модернізацію інформаційно-комунікаційної інфраструктури, а також у створення безпечних каналів обміну даними. Для суб'єктів малого та середнього бізнесу такі витрати часто є надмірними, що уповільнює процес цифровізації системи контролю та аудиту.

Серед найбільш загрозливих проблем виокремлюються *ризики кібербезпеки та захисту конфіденційної інформації*. Використання технологій штучного інтелекту, машинного навчання, хмарних платформ і автоматизованих систем супроводжується підвищеною ймовірністю несанкціонованого доступу, витоку даних і маніпуляцій інформаційними ресурсами. Водночас *нормативно-правове забезпечення* цифрових процесів у сфері аудиту та контролю розвивається повільніше, ніж технологічні інновації, що створює регуляторні прогалини й посилює невизначеність у питаннях відповідальності, етичних стандартів та захисту даних.

Отже, цифрова трансформація системи контролю й аудиту має дуальний характер: з одного боку, вона відкриває нові можливості для автоматизації, прозорості й точності контролю; з іншого – посилює залежність результатів аудиту від якості цифрових ресурсів, компетентності персоналу та нормативного забезпечення. Для подолання цих суперечностей необхідно формувати інтегровану систему управління цифровими ризиками, що поєднує технічні, організаційні й кадрові складові.

практика та досвід, № 15. 2021. С. 64-69. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/15_2021/12.pdf

Крім зазначених аспектів, значної уваги потребують *регуляторні та етичні виклики*, що супроводжують процес цифрової трансформації контролю й аудиту. Відсутність чітко визначених стандартів аудиту технологічних систем, критеріїв перевірки алгоритмів і рішень на основі штучного інтелекту ускладнює забезпечення прозорості та достовірності результатів контролю. Актуальною залишається також проблема *уніфікації підходів до захисту даних* відповідно до міжнародних норм, зокрема вимог *GDPR*, стандартів *ISO/IEC* та інших глобальних регламентів цифрової безпеки.

Поряд із цим постає питання *етичної відповідальності аудитора* за коректне використання автоматизованих інструментів, збереження професійної незалежності та об'єктивності під час прийняття рішень, заснованих на алгоритмічному аналізі. Забезпечення балансу між ефективністю технологічних інновацій і дотриманням етичних принципів професії стає необхідною умовою довіри до результатів аудиту в умовах цифрової економіки.

Подальший розвиток цифрового аудиту вимагає системного підходу до створення єдиного методологічного простору, у межах якого технологічні інновації поєднуються з професійними етичними нормами та міжнародними стандартами обліку. На цьому етапі особливого значення набуває міждисциплінарна взаємодія фахівців з обліку, IT, права й управління ризиками, що забезпечить комплексну інтеграцію цифрових рішень у практику аудиту та зміцнить довіру до його результатів.

З урахуванням викладеного, розвиток цифрового аудиту доцільно розглядати в межах цілісної концептуальної рамки, що поєднує технологічні, етичні, нормативні та міждисциплінарні складові. Такий підхід відображає системну взаємодію інноваційних технологій, професійних стандартів і принципів етики в процесі формування сучасної моделі аудиту. Для наочності взаємозв'язків між цими елементами пропонуємо **модель системного підходу до розвитку цифрового аудиту** (рис. 1), яка демонструє інтеграцію інноваційних, професійних і нормативних компонентів у межах єдиного методологічного простору.

Як видно з рисунка 1, модель відображає взаємозв'язок між технологічними інноваціями, професійно-етичними принципами та міжнародними стандартами, які у сукупності формують єдиний методологічний простір цифрового аудиту. Вирішальну роль у його реалізації відіграє міждисциплінарна взаємодія фахівців, що забезпечує комплексну інтеграцію цифрових рішень у практику контролю та сприяє підвищенню довіри до результатів аудиторських перевірок. У межах цієї моделі поєднуються технологічні інновації (Big Data, штучний інтелект, автоматизовані системи управління аудитом) із професійними стандартами та етичними принципами, що визначають якість і достовірність аудиторських процедур. Вона передбачає формування динамічного середовища, у якому цифрові інструменти

використовуються не лише для підвищення ефективності перевірок, а й для прогнозування ризиків, аналітичного оцінювання результатів і прийняття управлінських рішень. Такий підхід дозволяє розглядати цифровий аудит як інтегровану систему, здатну адаптуватися до змін технологічного середовища, забезпечувати прозорість фінансової звітності та підтримувати стратегічну стійкість організацій.

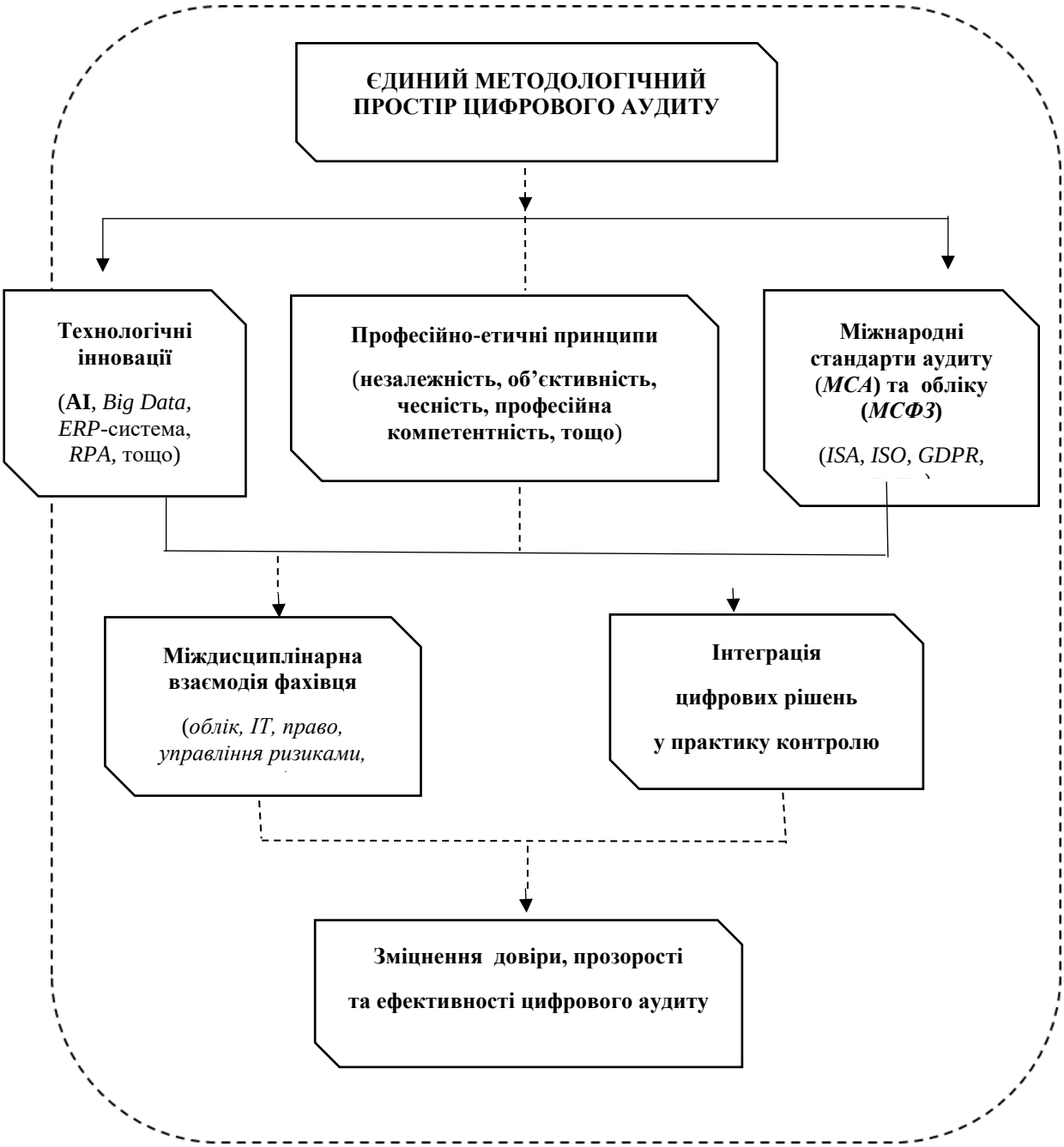


Рис. 1. Модель системного підходу до розвитку цифрового аудиту

У контексті цифрової трансформації системи внутрішнього контролю особливого значення набувають питання розвитку людського капіталу, удосконалення нормативного

забезпечення, модернізації технологічної інфраструктури та впровадження нових форм організації контролю. Подальше підвищення ефективності внутрішнього контролю в умовах цифрової економіки потребує реалізації низки стратегічних напрямів, серед яких ключовими є такі:

1) *Розвиток IT-компетентностей аудиторів*. Важливим завданням є формування у фахівців з аудиту сучасних цифрових навичок. Доцільно інтегрувати в професійні освітні програми навчальні курси з аналітики даних, машинного навчання, інформаційної безпеки, цифрової етики та роботи з великими масивами даних. Систематичне підвищення кваліфікації, участь у тренінгах і сертифікаційних програмах сприятиме розвитку цифрової грамотності та професійної мобільності аудиторів.

2) Створення нормативно-правової бази цифрового аудиту. Необхідно забезпечити розроблення та впровадження сучасних стандартів аудиту технологічних систем, перевірки алгоритмів і штучного інтелекту, а також стандартів кіберзахисту та управління даними. Важливим напрямом є гармонізація національного законодавства з міжнародними вимогами у сфері цифрової безпеки та аудиту (зокрема, положеннями GDPR і стандартами ISO).

3) Інвестиції в технологічну інфраструктуру. Підвищення ефективності внутрішнього контролю можливе за умови активної підтримки держави, міжнародних організацій і донорських фондів у процесі модернізації IT-систем підприємств. Це передбачає впровадження хмарних технологій, удосконалення систем кіберзахисту, розвиток цифрових платформ і запуск пілотних проєктів у співпраці з технологічними компаніями[9].

Важливою складовою цифрової трансформації контролю й аудиту є використання сучасних онлайн-платформ і цифрових інструментів, які сприяють формуванню практичних навичок аудиторів, інтерактивності навчального процесу та впровадженню інноваційних технологій у практику контролю. До ефективних засобів належать: **Audit Board, CaseWare IDEA, Team Mate+, ACL Analytics, Power BI, Tableau, Google Data Studio, Zoho Books, Quick Books Online, SAP Audit Management,** а також системи автоматизованого управління аудитом – **Audit Net** і **Mind Bridge AI**. Використання цих платформ дозволяє організувати цифровий документообіг, проводити ризик-орієнтований аналіз даних, візуалізувати результати аудиту, здійснювати моніторинг процесів у режимі реального часу та забезпечувати навчання з елементами моделювання. Інтеграція таких інструментів у систему підготовки фахівців з аудиту підвищує якість освітнього процесу, розвиває цифрові компетентності та формує навички роботи з автоматизованими аналітичними системами.

[9]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. URL: https://dspace.wunu.edu.ua/items/bd526fbf-1804-4f04-84c1-cd51aa67fe76

З огляду на те, інтеграція інноваційних технологій у систему внутрішнього контролю та аудиту виступає стратегічним детермінантом зміцнення фінансової стійкості, підвищення рівня прозорості господарських процесів і формування довіри до суб'єктів економічної діяльності в умовах розвитку цифрової економіки.

У 2024-2025 роках в Україні спостерігається активізація процесів цифровізації аудиту у фінансовому секторі. Згідно зі звітом Міністерства фінансів України за 2024 рік, понад 40% аудиторських компаній розпочали інтеграцію автоматизованих систем управління аудитом (*Audit Management Software*), що дозволяють вести електронні робочі документи, автоматично перевіряти контрольні співвідношення у фінансовій звітності та забезпечувати дистанційну комунікацію з клієнтами. Це свідчить про поступовий перехід вітчизняного аудиту до цифрової екосистеми, сумісної з міжнародними стандартами ISA та ISO 27001[10].

Висновки та перспективи подальших розвідок. Результати проведеного дослідження засвідчують, що цифрова трансформація системи контролю й аудиту є визначальним чинником забезпечення фінансової стійкості, прозорості та достовірності облікової інформації. Інтеграція інноваційних технологій – аналітики даних, штучного інтелекту, автоматизованих платформ і рішень з кібербезпеки – створює передумови для підвищення ефективності контролю, оперативності прийняття управлінських рішень і зміцнення довіри до результатів аудиторських перевірок. Водночас процес цифровізації супроводжується низкою ризиків і обмежень, зокрема дефіцитом IT-компетентностей фахівців, високою вартістю технологічних рішень, зростанням кіберзагроз та недостатньою розвиненістю нормативно-правового регулювання цифрового аудиту. Подальший розвиток системи контролю потребує комплексного підходу, що включає розвиток цифрових компетентностей аудиторів, модернізацію технологічної інфраструктури, гармонізацію національного законодавства з міжнародними стандартами та посилення етичних аспектів професійної діяльності.

Перспективи подальших наукових розвідок полягають у поглибленому вивченні впливу штучного інтелекту й машинного навчання на процедури аудиту, формуванні моделей цифрового контролю ризиків та оцінці ефективності автоматизованих систем у забезпеченні прозорості фінансової звітності. З огляду на зазначене, цифрова трансформація системи контролю й аудиту постає не як технічний процес, а як стратегічний напрям розвитку фінансово-економічного управління, що поєднує інноваційні технології, професійну етику та науково обґрунтоване регулювання.

[10]Звітна інформація про стан функціонування державного внутрішнього фінансового контролю за 2024 рік. *Міністерство фінансів України*. 56 с. URL: https://surl.lt/fpneuq

Список використаних джерел

Harahap, A.R. (2025). Systematic Literature Review On Information Technology (IT) Skills And Understanding For Internal Auditors. *JEMSI (Jurnal Ekonomi, Manajemen, dan Akuntansi)*, Vol. 11, No. 3. Juni, 2025. P. 1181-1189. URL: http://journal.lembagakita.org/index.php/jemsi/article/view/4008?articlesBySimilarityPage=11

Звітна інформація про стан функціонування державного внутрішнього фінансового контролю за 2024 рік. *Міністерство фінансів України*. 56 с. URL: https://surl.lt/fpneuq

Івахненков С.В. Застосування штучного інтелекту в аудиті. *Наукові записки НаУКМА. Економічні науки, № 8(1)*, 2023. С. 54-60. URL: https://doi.org/10.18523/2519-4739.2023.8.1.54-60

Міжнародні стандарти аудиту. *Міжнародні стандарти контролю якості, аудиту, огляду, іншого надання впевненості та супутніх послуг, видання 2021 року. Частина I, Частина II, Частина III.* URL:https://mof.gov.ua/uk/international_quality_control_standards_quality_management_audit_review_other_assurance_and_related_services-779 (дата звернення 20.10.2025 р.)

Онешко С.В., Вітер С.А., Віремейчик А.М. Стратегія розвитку аудиту в умовах цифрової економіки. *Інвестиції: практика та досвід, № 15*. 2021. С. 64-69. URL: http://www.invest-plan.com.ua/pdf/15_2021/12.pdf

Хіміч С.В. Впровадження ERP-систем: вдосконалення управління цифровізацією бізнес-процесів підприємства. *Наукові праці Міжрегіональної академії управління персоналом. Економічні науки.* Випуск 5 (72), 2023. С. 51-56. URL: https://journals.maup.com.ua/index.php/economics/article/view/2785/3245

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

Шестерняк М.М. Контроль і аудит в системі управління. *Сталий розвиток економіки*, Вип. № 4 (55), 2025. С. 188-96. URL: https://economdevelopment.in.ua/index.php/journal/article/view/1408

Шостак Л., Федонюк А., Помазун О. Кібербезпека в системі формування бізнес-моделі підприємства в умовах цифрової економіки. *Економіка та суспільство, № 64*. 2024. URL: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-64-37

Що потрібно знати про аудит кібербезпеки? *ISSP. Training Center*, 28 трав. 2021 р. URL: https://www.issp.training/post/scho-potribno-znaty-pro-audyt-kyberbezpeky (дата звернення 20.10.2025 р.)

Анотація

Марія Шестерняк. Цифрова трансформація системи контролю й аудиту: інноваційні технології, ризики та перспективи розвитку.

У статті розкрито теоретико-методичні засади цифрової трансформації системи контролю й аудиту в умовах розвитку цифрової економіки. Обґрунтовано, що впровадження інноваційних технологій змінює концептуальні підходи до організації контрольних процедур, управління ризиками та забезпечення фінансової прозорості. Доведено, що цифровізація системи контролю й аудиту передбачає не лише автоматизацію процесів, а й формування нового типу управлінського мислення, заснованого на аналітиці даних, штучному інтелекті, хмарних технологіях і машинному навчанні. Виокремлено основні напрями впливу інноваційних рішень – *Big Data*, *AI*, *ERP*-систем, *RPA*-технологій – на ефективність контрольних процедур. Визначено переваги використання сучасних онлайн-платформ і цифрових інструментів (*Audit Board*, *TeamMate+*, *Power BI*, *Tableau*, *MindBridge AI*, *Zoho Books* тощо), які сприяють автоматизації аудиту, цифровому документообігу, ризик-орієнтованому аналізу даних і моніторингу у режимі реального часу.

Акцентовано увагу на ключових викликах цифровізації – нестачі IT-компетентностей аудиторів, зростанні кіберризиків, недостатній гармонізації нормативно-правового поля та високій вартості технологічних рішень. Запропоновано напрями підвищення ефективності системи контролю: розвиток цифрових навичок фахівців, модернізацію технологічної інфраструктури, створення нормативної бази цифрового аудиту та інтеграцію міжнародних стандартів (ISA, ISO, GDPR). Розроблено концептуальну модель системного підходу до розвитку цифрового аудиту, що поєднує технологічні інновації, професійно-етичні принципи та міжнародні стандарти обліку в єдиному методологічному просторі.

Результати дослідження мають теоретичну і практичну значущість для удосконалення системи внутрішнього контролю, формування цифрових компетентностей аудиторів і впровадження сучасних технологічних рішень у практику фінансового моніторингу. Цифрова трансформація системи контролю й аудиту розглядається як стратегічний напрям розвитку фінансово-економічного управління, що інтегрує інновації, професійну етику та науково обґрунтоване регулювання.

Abstract

Mariya Shesternyak. Digital Transformation of the Control and Audit System: Innovative Technologies, Risks and Development Prospects.

The article reveals the theoretical and methodological foundations of the digital transformation of the control and audit system in the context of the digital economy. It substantiates that the implementation of innovative technologies changes the conceptual approaches to organizing control procedures, risk management, and ensuring financial transparency. It is proved that the digitalization of the control and audit system involves not only process automation but also the formation of a new type of managerial thinking based on data analytics, artificial intelligence, cloud technologies, and machine learning. The main directions of the impact of innovative solutions – Big Data, AI, ERP systems, and RPA technologies – on the efficiency of control procedures are identified. The advantages of using modern online platforms and digital tools (Audit Board, TeamMate+, Power BI, Tableau, MindBridge AI, Zoho Books, etc.) are highlighted, as they contribute to audit automation, digital document flow, risk-oriented data analysis, and real-time monitoring.

The study emphasizes the key challenges of digitalization – the lack of IT competencies among auditors, increasing cybersecurity risks, insufficient harmonization of the regulatory framework, and the high cost of technological solutions. The article proposes directions for enhancing the efficiency of the control system: developing auditors' digital skills, modernizing technological infrastructure, establishing a regulatory framework for digital audit, and integrating international standards (ISA, ISO, GDPR). A conceptual model of a systemic approach to the development of digital audit is proposed, combining technological innovations, professional and ethical principles, and international accounting standards within a unified methodological framework.

The research results have theoretical and practical significance for improving the internal control system, developing auditors' digital competencies, and implementing modern technological solutions in financial monitoring practices. Digital transformation of the control and audit system is considered a strategic direction of financial and economic management development that integrates innovation, professional ethics, and evidence-based regulation.

Автор

Марія Михайлівна Шестерняк, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри аудиту Західноукраїнського національного університету (Україна). У 2013 році захистила кандидатську дисертацію на тему «Облік витрат та результатів спільної діяльності без створення юридичної особи». У 2022 році присвоєно вчене звання доцента кафедри фінансового контролю та аудиту Західноукраїнського національного університету. Автор понад 135 публікацій у фахових та наукових періодичних виданнях, з яких 3 індексуються у наукометричній базі Web of Science, у тому числі 1 – у базі Scopus). Брала участь у понад 55

міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях, зокрема в Україні, Польщі, Канаді, США, Туреччині, Великій Британії, Франції, Греції та Угорщині. Індекс Хірша (h-індекс) – 10. Член Громадської організації «ЦЕНТР ФІНАНСОВОЇ І ЦИФРОВОЇ ГРАМОТНОСТІ» (ГО «ЦФЦГ»)[11]. Член Громадської організації «Міжнародний інститут комунікацій».

[11]*Громадська організація «CENTER OF FINANCIAL AND DIGITAL LITERACY» (ГО CFDL)*

Русін В. М.

доцент кафедри фінансів ім. С. І. Юрія,
директор навчально-наукового інституту публічного управління, к.е.н., доцент,
Західноукраїнський національний університет
ORCID ID: 0000-0002-4155-1891

КОМУНІКАЦІЇ У СФЕРІ ПУБЛІЧНИХ ЗАКУПІВЕЛЬ В ЕПОХУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА ПРИКЛАДІ УКРАЇНСЬКОЇ СИСТЕМИ PROZORRO

Сфера публічних закупівель є особливо важливою для ефективного функціонування держави та управління публічними фінансами, оскільки вона забезпечує раціональне використання публічних коштів для задоволення суспільних потреб населення. За даними Організації економічного співробітництва та розвитку (OCED), частка публічних закупівель у ВВП країн світу коливається в основному від 10% до 20%. Зокрема, в Україні у 2024 р. було укладено договорів за результатами закупівель на загальну суму 888,62 млрд грн [1], що становить 11,6% ВВП. Саме тому, питанням ефективності використання публічних коштів через систему публічних закупівель та можливостям забезпечення належного контролю за цими коштами завжди приділялась значна увага керівництва держави, політиків, міжнародної спільноти, науковців та суспільства. Така суспільна важливість сфери публічних закупівель підкреслює актуальність аналізу механізмів, які забезпечують її функціональність, зокрема комунікаційних процесів.

Впродовж багатьох років система публічних закупівель в України часто критикувалась, зокрема щодо комунікації між учасниками процедур закупівель. Процеси були бюрократизованими та непрозорими. Перехід із 2016 року від паперових процедур закупівель до електронної системи закупівель Prozorro кардинально змінив механізми обміну інформацією, взаємодії суб'єктів та здійснення контролю. В умовах глобальної цифровізації та розвитку технологій, комунікації в цій сфері зазнають докорінних змін.

Систематизація та аналіз комунікаційної моделі публічних закупівель Prozorro як цілісної системи електронної взаємодії між усіма суб’єктами в умовах правової імперативності цифровізації є досить актуальнимими, оскільки дають змогу оцінити ефективність механізмів прозорості, підзвітності та відкритості державних витрат, а також виявити напрями вдоскона-лення електронного управління у сфері закупівель. Основними учасниками комунікації у

[1] Міністерство економіки України. Звіт, що містить аналіз функціонування системи публічних закупівель та узагальнену інформацію про результати здійснення контролю у сфері закупівель за 2024 рік. URL: https://me.gov.ua/view/632a35ed-58d0-42a1-9408-d21096fe64ed

сфері публічних закупівель виступають замовники, учасники процедур закупівель, органи нагляду і контролю та громадськість, де Prozorro виступає як обов'язковий комунікаційний хаб (рис.1). Електронна система закупівель Prozorro функціонує як комплексна гібридна система, що забезпечує розподілену комунікаційну архітектуру. Вона складається з двох основних компонентів – веб-порталу Уповноваженого органу з питань закупівель та авторизованих електронних майданчиків.

Веб-портал Уповноваженого органу з питань закупівель виконує роль центрального хабу електронної системи закупівель Prozorro. Він включає загальну базу даних та електронний аукціон. Портал забезпечує створення, зберігання та публікацію всієї інформації про закупівлі. Він виступає основним джерелом даних для можливості забезпечення реалізації державного та громадського контролю, а також регуляторного моніторингу Уповноваженого органу. Авторизовані електронні майданчики виконують роль інформаційно-телекомунікаційної системи, яка є частиною електронної системи закупівель та онлайн-сервісом для реєстрації Замовників та Учасників а також забезпечення для них ролі комунікаційного інтерфейсу. Вони відповідають за автоматичне розміщення, отримання та передачу інформації та документів під час здійснення процедур закупівель.



Рис. 1 Учасники комунікацій у сфері публічних закупівель

Проте, незважаючи на значні досягнення та загальне визнання ефективності системи публічних закупівель Prozorro, існує потреба в детальному аналізі саме комунікаційної взаємодії між усіма учасниками цієї системи.

Сферу публічних закупівель в Україні регулює Закон України «Про публічні закупівлі»[2], який визначає правові та організаційні засади здійснення закупівель товарів, робіт і послуг за публічні кошти для забезпечення потреб держави та територіальних громад. Його норми доповнюються постановами Кабінету Міністрів України та наказами Міністерства економіки, що деталізують окремі порядки проведення процедур і використання електронної системи Prozorro. В умовах запровадження воєнного стану в Україні сфера публічних закупівель регулюється Законом України «Про публічні закупівлі» з урахуванням особливостей, установлених постановою Кабінету Міністрів «Про затвердження особливостей здійснення публічних закупівель товарів, робіт і послуг для замовників, передбачених Законом України «Про публічні закупівлі», на період дії правового режиму воєнного стану в Україні та протягом 90 днів з дня його припинення або скасування»[3]. Ці норми передбачають спрощений порядок закупівель, в першу чергу для забезпечення оперативності, безперервності постачання та забезпечення обороноздатності держави. У цей період замовники за певних визначених обставин можуть укладати договори без проведення конкурентних процедур публічних закупівель, але з обов'язковим оприлюдненням звітів у системі Prozorro. Такий підхід поєднує гнучкість та прозорість, дозволяючи швидко задовольняти критичні потреби держави, водночас зберігаючи контроль за використанням бюджетних коштів.

Українська модель публічних закупівель вибудована на принципі правової імперативності цифровізації. Законом України «Про публічні закупівлі» визначено, що замовник здійснює процедури закупівель шляхом використання електронної системи закупівель[4]. Це означає, що система Prozorro може бути не просто допоміжним інструментом, який може використати замовник за власним бажанням, а обов'язковою юридичною платформою для здійснення всіх комунікацій, пов'язаних із здійсненням публічних закупівель.

Законодавством суворо заборонено придбання товарів, робіт і послуг до або без проведення відповідних процедур публічних закупівель, навіть в умовах запровадження воєнного стану. Таке законодавче закріплення нівелює можливість для суб'єктів здійснювати закупівельний процес поза цифровим контуром системи Prozorro. Такий підхід є механізмом, який не просто полегшує комунікацію між учасниками закупівель, але й примусово переводить її у публічний, прозорий та підзвітний простір.

[2]Про публічні закупівлі: Закон України № 922-VIII від 25.12.2015 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/922-19#Text

[3]Про затвердження особливостей здійснення публічних закупівель товарів, робіт і послуг для замовників, передбачених Законом України «Про публічні закупівлі», на період дії правового режиму воєнного стану в Україні та протягом 90 днів з дня його припинення або скасування Постанова Кабінету Міністрів № 1178 від 12.10.2022 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1178-2022-%D0%BF#Text

[4] Про публічні закупівлі: Закон України № 922-VIII від 25.12.2015 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/922-19#Text

Ключовим елементом комунікаційної імперативності є обов'язок замовника оприлюднювати інформацію про закупівлю. Згідно зі статтею 10 Закону України «Про публічні закупівлі», замовник зобов'язаний самостійно та на безоплатній основі оприлюднювати всю інформацію про закупівлю (оголошення, тендерну документацію, протоколи, намір укласти договір, договір та звіти про його виконання) в електронній системі Prozorro через авторизовані електронні майданчики (рис. 2). Крім цього, уповноважені особи несуть персональну відповідальність за повноту та достовірність опублікованої в системі Prozorro інформації.



Рис. 2 Інформація, що оприлюднюється замовником в системі Prozorro[5]

Початком комунікації між Замовником та потенційними Учасниками є публікація річного плану закупівель та оголошення про проведення процедур закупівель, оскільки саме з моменту оприлюднення оголошення в електронній системі закупівель Prozorro розпочинається офіційний інформаційний обмін. Операційна комунікація між Замовником та потенційними

[5] Складено на основі: Про публічні закупівлі: Закон України № 922-VIII від 25.12.2015 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/922-19#Text

Учасниками на етапі підготовки пропозицій відбувається виключно через електронну систему закупівель, використовуючи механізм публічних запитань, уточнень чи зауважень до вимог тендерної документації. Відзначимо, що Замовник у свою чергу мусить обов'язково відповісти протягом трьох робочих днів на запити отримані через електронну систему Prozorro. У випадках залишення звернень потенційних Учасників до Замовника без відповідей процедура закупівель не перейде до наступного етапу. Принциповою особливістю є принцип публічності: текст запитання/вимоги та відповідь Замовника є видимими для всіх користувачів системи. Цей публічний характер створює значний комунікаційний тиск на Замовника. Він змушений бути максимально точним та обґрунтованим у формуванні документації. Якщо в документації містяться потенційно неправомірні чи дискримінаційні вимоги, вони будуть негайно виявлені ринком та зафіксовані публічно. Таким чином, механізм функціонує як ефективна форма превентивного громадського контролю, де відповіді можуть призводити до коригування тендерної документації, що є публічним виправленням комунікаційних неточностей.

Після завершення етапу подання пропозицій комунікація під час аукціону в системі Prozorro стає значною мірою автоматизованою. Це спрямовано на мінімізацію впливу людського фактора та забезпечення об'єктивності. Prozorro автоматично організовує електронний аукціон, під час якого учасники можуть поетапно знижувати свою цінову пропозицію. Замовник має можливість спостерігати за процесом у реальному часі, але не втручається. Після завершення аукціону замовник перевіряє документи учасників на відповідність вимогам та може надсилати запити на уточнення або виправлення невідповідностей через систему. Після завершення оцінки пропозицій та визначення переможця система автоматично формує повідомлення про намір укласти договір із переможцем. У випадках, коли пропозицію Учасника відхиляють, інформація про це рішення обов'язково публікується на Веб-порталі. Ця обов'язкова публічна комунікація причини відхилення забезпечує підзвітність Замовника та є основою для можливого подальшого оскарження.

Система оскарження в публічних закупівлях Prozorro є одним із ключових елементів забезпечення прозорості, доброчесності та справедливості у цій сфері. Вона покликана гарантувати захист прав та законних інтересів учасників і контроль за дотриманням вимог законодавства на всіх етапах проведення процедур закупівель. Антимонопольний комітет України виступає органом оскарження у сфері публічних закупівель. З метою неупередженого та ефективного захисту прав і законних інтересів осіб, пов’язаних з участю у процедурах закупівлі він утворює Комісію (комісії) з розгляду скарг про порушення законодавства у сфері

публічних закупівель.[6] Цифровізація комунікацій під час оскарження процедур закупівель у системі Prozorro стала одним із ключових чинників підвищення ефективності, прозорості та довіри до публічних закупівель. Її сутність полягає у повній автоматизації обміну інформацією між усіма учасниками процесу оскарження – замовниками, учасниками, Антимонопольним комітетом України та адміністратором електронної системи.

Скарги можуть подаватися будь-якою особою, яка може довести порушення своїх прав. Учасники подають скарги виключно через електронну систему Prozorro, що забезпечує автоматичну фіксацію дати, часу та змісту звернення. Це усуває потребу у паперових документах і зменшує людський фактор. Усі документи – скарги, пояснення, рішення, повідомлення про усунення порушень – завантажуються та зберігаються онлайн. Це створює єдине цифрове середовище, доступне всім учасникам процесу. Після подання або розгляду скарги система автоматично повідомляє сторони через особистий кабінет та електронну пошту про всі зміни статусу – прийняття, відхилення, призупинення процедури, винесене рішення тощо. Усі скарги, рішення колегії Антимонопольного комітету України, дії замовників та їх відповіді публікуються на порталі Prozorro у відкритому доступі. Це підвищує прозорість комунікацій і дозволяє громадському сектору здійснювати громадський контроль.

Аналіз практики оскарження демонструє, що окремі порушення досить часто повторюються. Рішення, які визнають дискримінаційними вимоги, наприклад, щодо визначення та обранання тільки одного бренду або необґрунтоване відхилення пропозиції, створюють прецедент. Ці типові формулювання Антимонопольного комітету України слугують важливим орієнтиром для уповноважених осіб Замовників. Таким чином, регуляторний комунікаційний контур перетворюється ще й на превентивний навчальний інструмент. Замовники, системно вивчаючи практику оскарження, можуть запобігати повторним комунікаційним збоям, вбудовуючи коректні стандарти у свою тендерну документацію.

Комунікація між сторонами (замовником, учасником і Антимонопольним комітетом України) відбувається в межах системи, без прямих контактів, що мінімізує корупційні ризики та сприяє неупередженості процесу. Цифрові інструменти дозволяють проводити аналітичний моніторинг скарг, виявляти типові порушення, зловживання чи системні проблеми у роботі замовників. Цифровізація комунікацій в оскарженні процедур закупівель забезпечує оперативність та точність обміну інформацією, гарантує рівність доступу до правового захисту, сприяє

[6] Про публічні закупівлі: Закон України № 922-VIII від 25.12.2015 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/922-19#Text

зменшенню суб’єктивного впливу посадових осіб та створює цифрові сліди кожної дії для забезпечення підзвітності.

Щодо комунікацій у сфері закупівель з органами контролю, то відзначимо, що цифровізація дозволила створити механізм проактивного інституційного контролю. Система Prozorro інтегрована з системою ризик-індикаторів, які автоматично шукають підозрілі тендери, виділяють їх і надсилають на перевірку до Державної аудиторської служби України. Замовники отримують електронні повідомлення про початок моніторингу чи необхідність надати пояснення. Замовники можуть надавати пояснення чи заперечення через систему, що дозволяє реалізувати принцип електронного діалогу між суб’єктами контролю. Всі відповіді надаються онлайн. Кожен етап контролю (початок моніторингу, виявлені порушення, результати перевірок) публікуються на порталі Prozorro, що гарантує прозорість контролюючих дій. Крім цього, приводом для перевірки Державної аудиторської служби України можуть стати звернення громадських активістів та інформація у засобах масової інформації. Замовники, у свою чергу, змушені реагувати на рекомендації та зауваження Державної аудиторської служби України, що забезпечує обов'язковий комунікаційний зворотний зв'язок у контрольному контурі.

Надзвичайно важливою є роль Державної казначейської служби України у сфері публічних закупівель, оскільки цей орган забезпечує проплату фінансових зобов’язань замовників на основі укладених договорів. Державна казначейська служба України веде облік та контролює цільове використання публічних коштів унеможливлюючи проплату за фінансовими зобов’язаннями Замовників у випадках недотримання ними норм законодавства щодо використання відповідних процедур закупівель.

Казначейство інтегроване у систему публічних закупівель Prozorro, і ця інтеграція є ключовим елементом цифрової комунікації в системі публічних фінансів. Воно перевіряє наявність у системі Prozorro всіх необхідних документів, що підтверджують законність процедури закупівлі. Саме інтеграція казначейської системи до системи Prozorro забезпечує автоматичний обмін даними між системами, що не вимагає від Замовників подання до органів казначейства підтвердних документів щодо проведених процедур закупівель та їх результатів. Ця комунікаційна взаємодія є частиною реалізації державної політики цифровізації публічних фінансів, коли Prozorro, Державна казначейська служба України та інші системи утворюють єдиний інформаційно-контрольний простір, де кожна гривня публічних коштів простежується від оголошення закупівлі до її фактичної оплати.

Архітектура Prozorro заснована на максимальній прозорості, що перетворює систему на потужний інструмент громадської комунікації та контролю. Обов'язок публікації всієї

документації, від оголошення до звіту про виконання договору, створює можливості проведення публічного контролю. Повна інформаційна відкритість дозволяє громадським активістам та організаціям (зокрема таким як DOZORRO) ефективно моніторити публічні закупівлі, виявляти потенційні зловживання, ініціювати перевірки Державної аудиторської служби України. Таким чином, прозорість не лише заохочує доброчесних учасників, але й озброює громадянське суспільство, створюючи саморегулюючу систему, де комунікація даних породжує зовнішній контроль.

Отже, електронна система закупівель Prozorro виступає як центральний комунікаційний хаб, що кардинально трансформував лінійну модель комунікації та взаємодії на багатосторонню та прозору. Ця єдина обов'язкова комунікаційна платформа для всіх офіційних взаємодій суб'єктів закупівельного процесу побудована на забезпеченні принципів прозорості, конкуренції та підзвітності.

Підсумовуючи викладений матеріал сформуємо матрицю комунікаційної взаємодії між учасниками системи публічних закупівель Prozorro, де відобразимо інформацію про суб'єктів-ініціаторів комунікаційної взаємодії, суб'єкті-адресатів, канали комунікації, зміст та форму комунікації, напрямок та мету комунікації (табл. 1).

Таблиця 1

Матриця комунікаційної взаємодії між учасниками системи публічних закупівель Prozorro

Суб'єкт-ініціатор	**Суб'єкт-адресат**	**Канал комунікації**	**Зміст та форма комунікації**	**Напрямок та мета комунікації**
Замовник	Учасники	Prozorro (публічний)	Оголошення, тендерна документація, протоколи, рішення про переможця	Початок процедури, встановлення правил, інформування
Учасник	Замовник	Prozorro (публічний)	Запитання щодо роз'яснення тендерної документації, вимоги щодо усунення порушень, цінова пропозиція	Отримання роз'яснень, забезпечення рівних умов, участь у торгах
Учасник	Антимонопольний комітет України (орган оскарження)	Prozorro (електронний кабінет)	Скарга на рішення, дії чи бездіяльність Замовника	Захист прав та інтересів
Антимонопольний комітет України	Замовник, Учасник	Prozorro (публічний)	Рішення про задоволення/відхилення скарги	Офіційний регуляторний вердикт

Державна аудиторська служба України	Замовник	Prozorro (електронний кабінет)	Повідомлення про початок моніторингу закупівлі, запити, висновок про результати моніторингу закупівлі	Здійснення державного фінансового контролю
Громадськість/ ЗМІ	Усі суб'єкти	відкриті дані, зокрема Prozorro	Моніторинг, публічні запити, медіа-розслідування	Незалежний громадський контроль
Уповноважений орган (Мінекономіки)	Замовники, Учасники, органи нагляду та контролю	Нормативні акти, офіційні листи, методичні рекомендації, Prozorro (надання роз'яснень)	Накази, порядки, методичні роз'яснення, навчальні програми	Формування політики, забезпечення єдиної практики застосування законодавства
Державна казначейська служба України	Замовники	Електронний документообіг (непряма комунікація через Prozorro)	Контроль фінансових зобов'язань та платежів за договорамим зареєстрованими в Prozorro	Фінансовий контроль перед здійсненням оплати, перевірка наявності договору в системі

Отже, українська модель Prozorro успішно трансформувала комунікації у сфері публічних закупівель в цифровий формат, ґрунтуючись на трьох ключових парадигмах:

1) Правова імперативність цифровізації, що реалізується через законодавче закріплення використання електронної системи закупівель Prozorro як єдиного каналу комунікацій, унеможливлюючи позасистемну комунікацію, яка раніше була джерелом корупції;

2) Багатошаровість електронної взаємодії, що реалізується не лише через комунікацію у системі Prozorro між Змовником та Учасниками, але й підтримує операційну комунікацію органів нагляду та контролю, а також громадські комунікаційні можливості.

3) Автоматизація контролю, що забезпечена інтеграцією Державної аудиторської служби України та Державної казначейської служби України в систему Prozorro, що демонструє перехід до інституційної комунікації та моніторингу, підвищуючи ефективність фінансового контролю за використанням публічних коштів.

Таким чином, комунікаційна модель Prozorro дозволила досягти значних трансформаційних результатів. Цифровізація стала основою трансформації комунікаційних процесів між усіма суб’єктами публічних закупівель – замовниками, учасниками, контролюючими та наглядовими органами, забезпечивши їх взаємодію в єдиному електронному середовищі. Електронна система закупівель Prozorro створила нову модель відкритої комунікації, у якій кожен етап від оголошення закупівлі до укладення договору та його оплати є публічним, задокументованим і доступним для перевірки. Автоматизація комунікацій та обміну інформацією зменшила ризики людських помилок, упередженості та корупційного впливу, забезпечивши основний принцип запровадження Prozorro «усі бачать все». Система забезпечила нейтралізацію зловживань, пов'язаних із наданням преференцій чи ексклюзивної інформації

через позасистемну комунікацію. Рішення регуляторних органів перетворилися на важливий комунікаційний ресурс. Вони не лише вирішують конфлікти, а й формують стандарти доброчесної комунікації для Замовників, стимулюючи превентивне самонавчання. Ефективність комунікаційних інструментів, зокрема форм оскарження, залежить від постійного вдосконалення, що вимагає активної комунікації та залучення громадянського суспільства як експерта-користувача.

Для подальшого зміцнення ефективності української моделі публічних закупівель Prozorro потрібно не зупинятися на досягнутому та вдосконалювати цифрову комунікацію між усіма учасниками публічних закупівель. Перш за все це стосується поглиблення інтеграції електронної системи публічних закупівель Prozorro з різними державними реєстрами. Розширення інтеграції з іншими інформаційними системами публічних фінансів сприятиме збільшенню автоматичному обміну інформацією та зменшенню потреби й спрощенню комунікацій між учасниками системи публічних закупівель Prozorro.

Список використаних джерел

Звіт про результати аналізу щорічного звіту міністерства економіки україни, що містить аналіз функціонування системи публічних закупівель та узагальнену інформацію про результати здійснення контролю у сфері закупівель: Рішення Рахункової палати № 16-2 від 24 червня 2025 року. URL: https://rp.gov.ua/upload-files/Activity/Collegium/2025/16-2_2025/Zvit_16-2_2025.pdf

Міністерство економіки України. Звіт, що містить аналіз функціонування системи публічних закупівель та узагальнену інформацію про результати здійснення контролю у сфері закупівель за 2024 рік. URL: https://me.gov.ua/view/632a35ed-58d0-42a1-9408-d21096fe64ed

Про затвердження особливостей здійснення публічних закупівель товарів, робіт і послуг для замовників, передбачених Законом України «Про публічні закупівлі», на період дії правового режиму воєнного стану в Україні та протягом 90 днів з дня його припинення або скасування Постанова Кабінету Міністрів № 1178 від 12.10.2022 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1178-2022-%D0%BF#Text

Про публічні закупівлі: Закон України № 922-VIII від 25.12.2015 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/922-19#Text

Abstract

This study is dedicated to analyzing communications in the sphere of public procurement in the context of digitalization, using the example of the Ukrainian electronic system Prozorro. Prozorro has

become the foundation for a new model of interaction among all subjects of the public procurement process – customers, participants, supervisory and control bodies, and the public. The relevance of the research is determined by the social significance of the effective use of public funds and the transformation of communication processes resulting from the implementation of digital technologies.

The research systematizes the structure of communication links within the Prozorro electronic public procurement system, describing the mechanisms of information exchange, the procedure for electronic appeal, and the institutional control of procurement procedures. Automation and electronic information exchange have significantly reduced the risks of human error, bias, and corrupt influence. A matrix of communication interaction among the participants of the Prozorro public procurement system has been developed.

The main challenges and advantages of digitalization for communications in public procurement are identified, and directions for further optimization are proposed. The research results prove that Prozorro is an effective communication hub that ensures transparency, accountability, and minimizes corruption risks. At the same time, further improvement of the system should occur through the expansion of integration with state registers and the deepening of digital interaction among all public procurement participants.

Streszczenie

Niniejsze badanie poświęcone jest analizie komunikacji w obszarze zamówień publicznych w warunkach cyfryzacji, na przykładzie ukraińskiego systemu elektronicznego Prozorro. System ten stał się podstawą nowego modelu interakcji między wszystkimi podmiotami procesu zamówień publicznych – zamawiającymi, uczestnikami, organami nadzoru i kontroli oraz społeczeństwem. Aktualność badania wynika ze społecznego znaczenia efektywnego wykorzystania środków publicznych oraz transformacji procesów komunikacyjnych w wyniku wdrażania technologii cyfrowych.

W badaniu usystematyzowano strukturę połączeń komunikacyjnych elektronicznego systemu zamówień publicznych Prozorro, opisano mechanizmy wymiany informacji, procedurę elektronicznego odwoływania się (składania skarg) oraz kontrolę instytucjonalną procedur zamówień. Automatyzacja i elektroniczna wymiana informacji znacząco zmniejszyły ryzyko błędów ludzkich, stronniczości i wpływu korupcyjnego. Opracowano matrycę interakcji komunikacyjnych między uczestnikami systemu zamówień publicznych Prozorro.

Określono główne wyzwania i zalety cyfryzacji dla komunikacji w zamówieniach publicznych, a także zaproponowano kierunki dalszej optymalizacji. Wyniki badania dowodzą, że Prozorro jest

efektywnym hubem komunikacyjnym, który zapewnia przejrzystość, rozliczalność і minimalizuje ryzyko korupcyjne. Jednocześnie, dalsze udoskonalanie systemu powinno odbywać się poprzez rozszerzenie integracji z rejestrami państwowymi oraz pogłębienie cyfrowej interakcji między wszystkimi uczestnikami zamówień publicznych.

Автор

Віктор Русін – доцент кафедри фінансів ім. С. І. Юрія, директор навчально-наукового інституту публічного управління, к.е.н., доцент, Західноукраїнський національний університет.

З лютого 2007 р. прийнятий на роботу до Тернопільського національного університету (з вересня 2020 р. – Західноукраїнського національного університету). За період роботи в університеті обіймав посади викладача кафедри казначейської справи, старшого викладача кафедри фінансів, доцента кафедри фінансів, доцента кафедри фінансів ім. С. І. Юрія, заступника директора навчально-наукового інституту публічного управління, директора навчально-наукового інституту публічного управління. У червні 2013 року захистив дисертаційну роботу на тему: «Фінансове забезпечення реалізації власних і делегованих повноважень органів місцевого самоврядування» у спеціалізованій вченій раді Д 58.082.03 Тернопільського національного економічного університету на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.08 – гроші, фінанси і кредит.

Коло наукових інтересів: фінансове забезпечення органів місцевого самоврядування, функціонування казначейської системи, публічні закупівлі. Є автором понад 110 наукових та навчально-методичних праць. Опубліковано 3 наукові праці у виданнях, що включені до наукометричної бази Scopus та 1 наукову працю у виданні, що включене до наукометричної бази Web of Science, 3 підручники у співавторстві («Місцеві фінанси», «Соціальне страхування», «Казначейська система»), 5 навчальних посібників у співавторстві («Муніципальні фінанси», «Казначейська система виконання бюджету», «Планування та управління фінансовими ресурсами територіальної громади» (в рамках проекту USAID ДІАЛОГ, який впроваджувався асоціацією міст України), «Публічні фінанси», «Державний фінансовий контроль у публічному управлінні», 6 колективних монографій у співавторстві.

Opinions

John F. Wharton

Major General (Ret.), United States Army,
Chairman, Global Connective Center,
Affiliated Faculty, George Mason University,
Member, Senior Officers' Advisory Council and the Laboratory of Leadership, Diplomacy, and National Security, Arizona State University, USA

In moments of profound global uncertainty, we are reminded that communication is not merely the exchange of information. It is the process through which understanding is built, trust is earned, and legitimacy is sustained – the very foundations upon which transparent governance and social stability rest. In the twenty-first century, particularly in times of war and systemic disruption, communication is not only a matter of policy or strategy; it is a matter of survival.

As a soldier, an educator, and a global citizen, I have learned that transparency and trust are not abstract ideals or optional virtues. They are the architecture of peace. Whether on the front lines of conflict or in classrooms shaping future leaders, honest and open communication creates the conditions for cooperation, innovation, and hope. Where transparency exists, fear loses its grip; where trust is cultivated, resilience takes root.

Today, as we enter an era defined by digital diplomacy, artificial intelligence, and algorithmic decision-making, the stakes could not be higher. Technology is fundamentally reshaping how nations negotiate, how institutions respond to crises, and how citizens engage with those who govern them. If these transformations are not guided by ethical communication and human-centered leadership, we risk constructing systems that are efficient yet inhumane – fast, but unjust; powerful, but detached from the values they are meant to serve.

This is precisely why the work presented in this monograph – carried out by Ukrainian scholars, European researchers, and global partners – is so vital. Your exploration of artificial intelligence in education, digital transparency in governance, crisis negotiation, and resilience-building through communication contributes not only to Ukraine's future, but to the global discourse on digital integrity, democratic accountability, and human dignity in the age of technology.

The partnerships represented through this collaboration – from Oxford University and the Netherlands Business Academy to Batumi State University, and Aoyama Gakuin University – demonstrate a powerful truth: transparency and innovation are not bound by geography. They are bound by shared values – truth, collaboration, and the courage to engage openly, even in times of uncertainty.

For the United States, supporting Ukraine's educational and institutional transformation is more than an act of diplomacy. It is a reaffirmation of the principles that unite free societies: openness, accountability, and respect for human dignity. It is an acknowledgment that strong institutions are built not only with resources, but with trust – and trust is built through communication.

Let this collaboration stand as a model of that spirit. Let us speak not only about digital systems, but about the human systems that sustain them: integrity, empathy, leadership, and moral responsibility. Because in the end, technology is only as transparent as the people who design it, govern it, and choose how it is used.

Together, may we continue to build communication that fosters transparency, and transparency that strengthens trust – across nations, institutions, and generations – in service of a better, more connected future.

George Kohlrieser

Distinguished Professor of Leadership and Organizational Behavior at IMD, Switzerland

In an era defined by rapid technological change, global interdependence, and complex security challenges, communication has become a decisive factor in ensuring transparency, trust, and effective cooperation. Its role extends far beyond the exchange of information, shaping social cohesion, leadership, and resilience at both national and international levels. This monograph emerges at a particularly critical moment for Ukraine – a country whose endurance and democratic values are being tested daily amid the ongoing war with Russia.

Drawing on my professional experience as a clinical psychologist, hostage negotiator, and leadership professor, I have repeatedly witnessed the transformative power of communication in high-risk and emotionally charged environments. My work, including Hostage at the Table and Care to Dare, reflects how dialogue, emotional intelligence, and human connection can alter the dynamics of extreme situations such as kidnappings, hostage crises, and organizational conflict. These experiences affirm that open communication, empathy, and mutual respect are essential not only in crisis negotiations but also in leadership, governance, and institutional development.

For Ukraine, effective communication is both a mechanism of internal unity and a vital instrument of transparency toward the international community. In times of war, clear, honest, and value-driven communication strengthens societal resilience, conveys the reality of national struggle and aspiration, and reinforces international solidarity. At the core of this process lies what I define as human bonding – the ability to establish authentic connection even under conditions of fear, hostility, or uncertainty. Whether in conflict resolution or organizational transformation, such connection builds trust, reduces escalation, and enables collective action.

This monograph explores communication as a strategic and ethical resource across psychological, historical, legal, economic, and political dimensions. In conflict settings – exemplified by the war in Ukraine – effective communication requires not passive acceptance but a conscious transformation of perspective. Understanding that accepting a viewpoint does not mean agreeing with it allows space for constructive engagement. By reframing adversaries, identifying shared objectives, and maintaining focus on human dignity, communication can convert conflict from a destructive force into a driver of understanding, resilience, and sustainable peace.

Peter Kesting

Professor at Aarhus University,
Founder of the International Negotiation Training and
Research Association – INTRA, Denmark

Communication today extends far beyond the mere exchange of information. It is a foundational mechanism for understanding complexity, balancing competing interests, and sustaining social cohesion in an increasingly fragmented world. At a time when the international order is under mounting pressure and individual actors deliberately erode trust and cooperation, communication becomes a decisive factor in safeguarding fairness, legitimacy, and systemic stability.

Technological development adds further layers of complexity to this challenge. Digital platforms, artificial intelligence, and data-driven systems are transforming how societies deliberate, negotiate, and manage conflict. While these technologies create unprecedented opportunities for transparency, efficiency, and inclusion, they also demand a higher level of communicative responsibility. Without ethical orientation and critical reflection, technological progress risks deepening divisions rather than fostering mutual understanding.

In this context, Ukraine offers the international community a powerful and instructive example. With remarkable clarity, resilience, and dignity, Ukraine continues to navigate extraordinary challenges while preserving its moral integrity and commitment to democratic values. Scientific inquiry enables these lived experiences to be systematically analyzed, contextualized, and shared, transforming national endurance into knowledge of global relevance.

Communication, negotiation, and structured dialogue are indispensable tools for navigating complex social discourse and for developing solutions that are not only effective, but also fair and balanced. In an era where social cohesion is increasingly fragile, science grounded in real-world challenges can help societies better understand conflict – and, critically, transform it from a source of destruction into a space for cooperation, learning, and sustainable peace.

Paul Fisher

Director of the Oxford Programme on Negotiation (OPN),
Professor at Saïd Business School, University of Oxford,
Visiting Professor at West Ukrainian National University, United Kingdom

It was a great pleasure to be involved in "Communication as a Factor of Transparency in Social Interaction: The Era of Digitalization". This initiative addresses one of the most pressing challenges of our time: how communication and negotiation can sustain trust, legitimacy, and effective cooperation in increasingly complex and digitized environments.

In working with police officers, security professionals, business leaders, academics, and students, my primary objective was to equip participants with the confidence, strategic mindset, and practical tools required to engage in effective negotiation and influence interactions across professional contexts. Negotiation today is not a marginal skill – it is a core leadership competence that shapes decision-making, conflict management, and institutional resilience.

Throughout our work, we focused on establishing a systematic and strategic approach to negotiation, emphasizing the importance of careful planning and preparation prior to any negotiation interaction. Particular attention was given to reframing negotiations as joint problem-solving processes rather than adversarial encounters, thereby shifting the focus from positional bargaining to value creation and mutual gain.

In the context of digitalization, these competencies become even more critical. As communication increasingly takes place through digital platforms, negotiators must navigate new challenges related to transparency, speed, reduced contextual cues, and the management of trust at a distance. The ability to apply principled negotiation frameworks in both physical and digital environments is essential for sustaining effective collaboration and institutional credibility.

I greatly value the opportunity to contribute to this dialogue and look forward to continued collaboration in future academic and professional initiatives that advance negotiation practice, transparent communication, and leadership development in times of rapid technological and social change.

Justyna Krzywkowska

doktor habilitowany nauk społecznych w dyscyplinie nauki prawne
adiunkt Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Filia w Ełku, Polska

Wyrażam szczere uznanie i poparcie dla wyjątkowej inicjatywy, jaką jest niniejsza recenzowana wieloautorska monografia będąca wynikiem międzynarodowego spotkania naukowego. Wspólne zaangażowanie wielu ośrodków naukowych podkreśla znaczenie etycznej i skutecznej komunikacji w mierzeniu się ze złożonymi wyzwaniami współczesnych społeczeństw. Publikacja wpisuje się w aktualne nurty badań interdyscyplinarnych, oferując spójną i dobrze ustrukturyzowaną analizę podejmowanej problematyki.

Realizowana współpraca uwypukla kluczową rolę komunikacji w budowaniu zaufania, pogłębianiu wzajemnego zrozumienia oraz promowaniu współdziałania pomiędzy środowiskami akademickimi, zawodowymi i społecznymi. Integracja wiedzy z zakresu stosunków międzynarodowych, psychologii, edukacji, prawa, finansów oraz innowacji technologicznych pozwala na zaproponowanie podejścia kompleksowego, harmonijnie łączącego refleksję teoretyczną z praktycznym zastosowaniem. Tak szerokie ujęcie tematu pozwala nie tylko na pogłębioną refleksję teoretyczną, lecz także na wskazanie praktycznych implikacji omawianych zagadnień, co znacząco podnosi wartość poznawczą monografii.

Wspólny wysiłek stanowi wyraz siły partnerstwa w dążeniu do doskonałości naukowej, wspierania rozwoju zawodowego oraz prowadzenia dialogu ponad granicami. W rezultacie publikację należy ocenić jako istotny wkład w rozwój badań nad komunikacją i współpracą interdyscyplinarną. Może ona stanowić cenne źródło wiedzy zarówno dla badaczy, jak i dla praktyków oraz decydentów zainteresowanych wdrażaniem innowacyjnych rozwiązań.

Steve Alban Tineo

CEO of Assertive Group,
Visiting Professor at West Ukrainian National University,
PhD, DBA, Switzerland

Communication is fundamental to human interaction, not merely as a means of expression, but as a core mechanism for creating understanding, trust, and transparency. In an era of constant noise – where everyone speaks, reacts, defends, and attacks – genuine communication has become increasingly rare. Yet transparency in social interaction, particularly in negotiation, mediation, and conflict resolution, depends not on the volume of communication, but on its depth, intention, and capacity to be truly understood.

Drawing on more than twenty years of experience in high-stakes negotiations – from corporate boardrooms and family disputes to international crises and conflict zones – I have learned that every conflict begins with misunderstanding or the absence of understanding, and every resolution begins with restored connection. Communication is often mistaken for the exchange of words, yet words account for only a small fraction of what is conveyed. Tone, body language, emotional energy, and intention frequently determine whether dialogue leads to escalation or resolution. In negotiations, breakdowns rarely arise from what is said, but from what is felt and left unexpressed.

From a multidisciplinary perspective, communication operates simultaneously on psychological, historical, legal, economic, and political levels. Psychologically, it requires empathy, active listening, and self-awareness; historically, it shapes social transparency and governance; legally and economically, it underpins trust, accountability, and stability; politically, it is essential to democratic legitimacy and social cohesion. Across all these dimensions, miscommunication generates risk, while clear, ethical communication reduces uncertainty and fosters cooperation.

This understanding led to the development of the KYF© method – Know Yourself First. Before negotiating with others, we must learn to negotiate with ourselves. Behind every argument lies an emotion, behind every silence a fear, and behind every act of aggression unresolved pain. Communication that acknowledges these human dimensions transforms conflict from confrontation into dialogue, and transparency from an abstract principle into a lived social practice.

Ida Manton

International Negotiation Expert, Lecturer and Trainer in International Negotiation and Mediation, USA

The rapid digitalization of diplomacy has profoundly transformed the nature of international negotiation, reshaping how states, institutions, and non-state actors communicate, influence, and resolve conflicts. Digital diplomacy now encompasses virtual summits, social media engagement, AI-assisted tools, and digital negotiation platforms that coexist with traditional face-to-face interactions. These changes have accelerated communication, expanded participation, and altered negotiation timelines, while simultaneously redefining strategic behavior, power dynamics, and ethical responsibility.

Digital tools have increased accessibility and inclusivity in negotiation processes by reducing geographical and logistical barriers and enabling broader participation. At the same time, they have introduced new challenges, including the loss of informal interaction, reduced non-verbal cues, and the risk of misinterpretation across cultural and linguistic contexts. Artificial intelligence and data analytics further intensify these dynamics, offering efficiency and support while raising critical questions about agency, transparency, fairness, and accountability in decision-making processes.

The shift toward digital negotiation environments also has significant implications for education and professional training. Negotiation pedagogy is evolving toward blended and hybrid models that combine synchronous and asynchronous learning, interactive simulations, and digital collaboration tools. These approaches enhance flexibility and documentation while demanding new competencies from both trainers and participants. Maintaining engagement, trust, and interpersonal authenticity remains a central challenge in digital learning spaces.

Looking ahead, digital diplomacy presents substantial opportunities for innovation, resilience, and global cooperation, but its sustainable integration depends on ethical governance and robust information security. As information becomes an increasingly strategic resource, safeguarding data, ensuring equitable access, and preventing manipulation are critical priorities. Ultimately, digital tools must complement rather than replace human judgment, empathy, and dialogue, reinforcing communication as a foundation for trust, legitimacy, and effective negotiation in an interconnected world.

Prof. Janusz Kowal, SJ

Former Dean of the Faculty of Canon Law,
Pontifical Gregorian University, Rome, Italy

In my personal name, and on behalf of the Rector and the Authorities of the Pontifical Gregorian University, I would like to express my cordial words of support and deep appreciation for your determination to continue your academic, educational, and social mission despite all the difficulties you are facing. Your perseverance, courage, and commitment to professional and intellectual dialogue in such complex circumstances deserve sincere respect.

I would also like to commend your decision to organize and carry forward this important initiative under challenging conditions, demonstrating a profound sense of responsibility, resilience, and faith in the transformative power of education and communication. The continuation of scholarly and practical work in times of uncertainty is not only an act of professionalism, but also a moral stance.

My sincere congratulations go to you for the choice of the topic, which appears exceptionally essential in the present historical moment and current global context. Communication as a factor of transparency, trust, and social interaction is of crucial importance today, especially in an era marked by digitalization, crisis, and rapid change. I would also like to congratulate you on the thoughtful and practical articulation of the main theme through diverse perspectives and in-depth discussions, which significantly enriched the dialogue and its real-world relevance.

I wish you further strength, inspiration, and success in your continued work, and I sincerely hope for further opportunities for cooperation and academic exchange in the future.