



Запорізький
Національний
Університет



2025

Collective monograph
Колективна монографія

DIGITAL EVOLUTION OF MODERN BUSINESS: CHALLENGES, TRENDS AND PROSPECTS IN THE DIGITAL ECONOMY OF UKRAINE

**ЦИФРОВА ЕВОЛЮЦІЯ СУЧАСНОГО БІЗНЕСУ:
ВИКЛИКИ, ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ
В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ**



MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
ZAPORIZHZHIA NATIONAL UNIVERSITY



Запорізький
Національний
Університет



**DIGITAL EVOLUTION
OF MODERN BUSINESS: CHALLENGES,
TRENDS AND PROSPECTS
IN THE DIGITAL ECONOMY
OF UKRAINE**

Collective monograph



IZDEVNIECĪBA
BALTĪJA
PUBLISHING

2025

Reviewers:

Horál Liliana Tarasivna – Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Finance, Accounting and Taxation at Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas;

Okhrimenko Ihor Vitaliiovych – Doctor of Economic Sciences, Professor, Rector of the Kyiv Cooperative Institute of Business and Law;

Sobko Olha Mykolaivna – Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Entrepreneurship and Trade at West Ukrainian National University

*Recommended by the decision of the Academic Council
of Zaporizhzhia National University
(protocol № 11 of 27.05.2025)*

*The materials of the collective monograph are presented in the author's edition.
In case of full or partial reproduction of the materials of this monograph
reference to the publication is required.*

*The scientific findings and opinions presented in this publication
are those of the authors.*

Di417 **Digital** evolution of modern business: challenges, trends and prospects in the digital economy of Ukraine : collective monograph / edited by A. V. Cherep, I. M. Dashko, Yu. O. Ohrenych, O. H. Cherep. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2025. 418 p.

ISBN 978-9934-26-578-5

DOI 10.30525/978-9934-26-578-5

The collective monograph is devoted to revealing the trends in the digital evolution of modern business in Ukraine; identifying the peculiarities of using digital technologies and implementing analytical tools in the context of globalization; studying the directions of digital transformation of organizations in Ukraine; forming the theoretical, methodological and practical foundations for the introduction of digital technologies in business.

The monograph is based on the results of research within the framework of the project of basic scientific research, applied scientific research, scientific and technical (experimental) developments on the topic №1/24 “European digitalization practices as a tool for ensuring socio-economic security in war and post-war period” (state registration number 0124U000600) (01.01.2024–31.12.2026).

The collective monograph is intended for scholars, teachers, students of higher education institutions, graduate students, doctoral students, practitioners, representatives of state authorities and local self-government, business, university administrative staff, representatives of civil society, the public and all interested persons.

UDC 33(082)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Запорізький
Національний
Університет



ЦИФРОВА ЕВОЛЮЦІЯ СУЧАСНОГО БІЗНЕСУ: ВИКЛИКИ, ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Колективна монографія



IZDEVNIECĪBA
BALTĪJA
PUBLISHING

2025

Рецензенти:

Гораль Ліліана Тарасівна – доктор економічних наук, професор, професор кафедри фінансів, обліку та оподаткування Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Охріменко Ігор Віталійович – доктор економічних наук, професор, ректор Київського кооперативного інституту бізнесу і права;

Собко Ольга Миколаївна – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри підприємництва і торгівлі Західноукраїнського національного університету

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Запорізького національного університету
(протокол № 11 від 27.05.2025 р.)*

*Матеріали колективної монографії подано в авторській редакції.
При повному або частковому відтворенні матеріалів даної монографії
посилання на видання обов'язкове.*

*Представлені у виданні наукові доробки та висловлені думки
належать авторам.*

Ц752 **Цифрова еволюція сучасного бізнесу: виклики, тенденції та перспективи в умовах цифрової економіки України : колективна монографія / за ред. А. В. Череп, І. М. Дашко, Ю. О. Огренич, О. Г. Череп. Рига, Латвія : Baltija Publishing, 2025. 418 с.**

ISBN 978-9934-26-578-5

DOI 10.30525/978-9934-26-578-5

Колективна монографія присвячена розкриттю тенденцій цифрової еволюції сучасного бізнесу в Україні; визначенню особливостей використання цифрових технологій та впровадження аналітичних інструментів в умовах глобалізації; дослідженню напрямів цифрової трансформації організацій в Україні; формуванню теоретичних, методичних і практичних засад впровадження цифрових технологій у бізнесі.

Монографія виконана за результатами досліджень у рамках проєкту фундаментальних наукових досліджень, прикладних наукових досліджень, науково-технічних (експериментальних) розробок за темою № 1/24 «Європейські практики діджиталізації як інструмент забезпечення соціально-економічної безпеки в умовах війни та повосенний період» (державний реєстраційний номер 0124U000600) (01.01.2024–31.12.2026).

Колективна монографія розрахована на науковців, викладачів, здобувачів закладів вищої освіти, аспірантів, докторантів, фахівців-практиків, представників державних органів влади та місцевого самоврядування, бізнесу, адміністративного персоналу університетів, представників громадянського суспільства, громадськості та всіх зацікавлених осіб.

УДК 334.722:004(477)

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	1
PREFACE	4
РОЗДІЛ 1.	
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА АНАЛІТИЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ В УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ	7
<i>ПЕТЬКО Станіслав Михайлович</i>	
1.1. Економетрична оцінка цифрового потенціалу країни на прикладі Республіки Корея	7
<i>РУДЕНКО Юлія Олександрівна, ПІВТОРАЙКО Віктор Володимирович, АГАДЖАНОВА Світлана Володимирівна</i>	
1.2. Аналіз агрономічних даних за допомогою Orange Data Mining: інструменти та методи для агробізнесу	36
<i>СЕЙСЕБАСВА Наталія Григорівна, СКОРНЯКОВА Юлія Борисівна, НОВИЦЬКА Ілона Денисівна</i>	
1.3. Оцінка як елемент методу бухгалтерського обліку	48
<i>ЧЕРЕП Олександр Григорович, ЛЕПЬОХІН Олександр Васильович, МОКРУШИНА Вікторія Ігорівна</i>	
1.4. Вплив цифрових технологій на ефективність управління військовими операціями	67
<i>ШЕПЕЛЬ Андрій Васильович</i>	
1.5. Агрономічний потенціал мобільних технологій: використання додатків і програм для ефективного землеробства	80
РОЗДІЛ 2.	
ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЙ В УКРАЇНІ	142
<i>СКЛЯРУК Тетяна Василівна</i>	
2.1. Формування індивідуальних траєкторій розвитку персоналу в умовах діджиталізації	142
<i>СЛОБОДЯНИК Валентина Григорівна</i>	
2.2. Впровадження цифрових технологій в український бізнес поліграфії	157
<i>СОРОЧАК Олег Зіновійович, ГВОЗДЬ Мар'яна Ярославівна</i>	
2.3. Синергія бізнес-моделювання та менеджменту знань: інструментальні рішення для сучасних організацій	179

<i>KALASHNYK-RYBALKO Myroslava Anatoliivna, KALASHNYK Ganna Anatoliivna, MYKHAILETSKYI Artem Stepanovych</i>	
2.4. Optimisation of data flow management of the automated air traffic control system network	212
<i>ZADVORNYKH Serhii Serhiivych</i>	
2.5. The digital transformation of corporation: how ai, big data and emerging technologies can shape corporate financial growth	237
РОЗДІЛ 3. ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В БІЗНЕСІ ТА УПРАВЛІННІ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ	258
<i>ДАШКО Ірина Миколаївна, БЕХТЕР Лілія Анатоліївна, МХОЯН Гоар Арутюнівна</i>	
3.1. Розвиток та просування українських брендів у соціальних мережах під час пандемії	258
<i>ЖИВКО Зінаїда Богданівна, ПАНЧЕНКО Володимир Анатолійович, ШЕГИНСЬКА Анастасія Іванівна</i>	
3.2. Цифрові технології в бізнесі: сучасні тенденції, виклики та перспективи розвитку	271
<i>ЛИСЕНКО Алла Миколаївна</i>	
3.3. Цифровізація обліково-аналітичних процесів як основа раціонального управління підприємством	291
<i>ЛІТИНСЬКА Валентина Анатоліївна</i>	
3.4. Цифрові технології в управлінні кар'єрою: інновації та перспективи розвитку	340
<i>МАЛТИЗ Вікторія Віталіївна, КАЛЮЖНА Юлія Вікторівна</i>	
3.5. Особливості формування стратегії цифрової грамотності та соціальних навичок суспільства в сучасних умовах	375
<i>ОЛЕЙНИКОВА Людмила Григорівна, МАКАЗАН Євгенія Василівна, ПРОСКУРА Олексій Дмитрович</i>	
3.6. Адаптація європейського досвіду управління цифровізацією бюджетної системи в українських реаліях	386
<i>ЧЕРЕП Алла Василівна, ОГРЕНИЧ Юлія Олександрівна, ЦБОМКО Анна Олександрівна</i>	
3.7. Міжнародний досвід цифровізації економічного планування	395
ДОДАТКИ	407

ПЕРЕДМОВА

В умовах стрімких змін глобального цифрового простору вагомим чинником підвищення конкурентоспроможності і забезпечення сталого розвитку економіки України є цифрова еволюція сучасного бізнесу. Зокрема, цифровізація бізнесу обумовлена такими викликами, як необхідність адаптації до швидких технологічних змін, розвитку цифрової грамотності персоналу, забезпечення кібербезпеки та відповідно створює можливості щодо підвищення ефективності діяльності, оптимізації бізнес-процесів та впровадження інноваційних продуктів і послуг. Саме впровадження сучасних цифрових технологій забезпечує гнучкість роботи підприємств, безперервність їх діяльності та сприяє швидкій адаптації до чинників ринкового середовища. Тому важливим питанням є дослідження тенденцій цифровізації, використання технологій, які використовуються у світі з метою цифрової трансформації вітчизняного бізнесу. Науковцями розкрито широке коло питань в аспекті визначення особливостей використання цифрових технологій, специфіки впровадження аналітичних інструментів, напрямів цифрової трансформації в Україні, формування рекомендацій щодо впровадження цифрових технологій в бізнесі, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності економіки країни.

Колективна монографія присвячена розкриттю тенденцій цифрової еволюції сучасного бізнесу в Україні; визначенню особливостей використання цифрових технологій та впровадження аналітичних інструментів в умовах глобалізації; дослідженню напрямів цифрової трансформації організацій в Україні; формуванню теоретичних, методичних і практичних засад впровадження цифрових технологій в бізнесі.

У першому розділі досліджено особливості використання цифрових технологій та аналітичних інструментів в умовах

глобалізації. Здійснено економетричну оцінку цифрового потенціалу країни. Проведено детальний аналіз агрономічних даних за допомогою Orange Data Mining. Досліджено міжнародний досвід цифровізації економічного планування, визначено його особливості. Розглянуто специфіку використання додатків і програм для ефективного землеробства.

Другий розділ присвячений дослідженню особливостей цифрової трансформації організацій в Україні. Визначено напрямки формування індивідуальних траєкторій розвитку персоналу в умовах діджиталізації. Розкрито перспективи впровадження цифрових технологій в український бізнес. Здійснено дослідження синергії бізнес-моделювання та менеджменту знань. Сформовано напрямки оптимізації управління потоками даних мережі автоматизованої системи управління повітряним рухом. Запропоновано пропозиції щодо впровадження штучного інтелекту, великих даних та нових технологій у роботу підприємств.

Третій розділ присвячений визначенню перспектив впровадження цифрових технологій в бізнесі та управлінні. Розглянуто сучасні тенденції, виокремлено перспективи розвитку цифрових технологій в бізнесі. Сформовано напрямки цифровізації обліково-аналітичних процесів на підприємствах. Проведено детальне дослідження перспектив розвитку цифрових технологій в управлінні персоналом. Визначено пропозиції до формування стратегії цифрової грамотності та соціальних навичок суспільства. Виокремлено напрямки адаптації європейського досвіду цифровізації бізнесу в Україні.

В колективній монографії запропоновано теоретико-методичні узагальнення, висновки та практичні рекомендації, які стануть в нагоді для науковців, викладачів, здобувачів закладів вищої освіти, аспірантів, докторантів, фахівців-практиків, представників державних органів влади та місцевого самоврядування, бізнесу, адміністративного персоналу університетів, представників громадянського суспільства, громадськості та всіх зацікавлених осіб.

Колективна монографія виконана за результатами досліджень у рамках проєкту фундаментальних наукових досліджень,

прикладних наукових досліджень, науково-технічних (експериментальних) розробок за темою №1/24 «Європейські практики діджиталізації як інструмент забезпечення соціально-економічної безпеки в умовах війни та повоєнний період» (державний реєстраційний номер 0124U000600) (01.01.2024–31.12.2026).

PREFACE

In the context of rapid changes in the global digital space, the digital evolution of modern business is an important factor in enhancing competitiveness and ensuring sustainable development of Ukraine's economy. In particular, the digitalization of business is driven by challenges such as the need to adapt to rapid technological change, develop digital literacy of staff, ensure cybersecurity, and thus create opportunities to improve performance, optimize business processes and introduce innovative products and services. It is the introduction of modern digital technologies that ensures the flexibility of enterprises, the continuity of their operations and facilitates rapid adaptation to market environment factors. Therefore, an important issue is to study the trends of digitalization, the use of technologies used in the world for the purpose of digital transformation of domestic business. Scientists have covered a wide range of issues in terms of determining the peculiarities of the use of digital technologies, the specifics of the implementation of analytical tools, the directions of digital transformation in Ukraine, and the development of recommendations for the introduction of digital technologies in business, which will help to increase the competitiveness of the country's economy.

The collective monograph is devoted to revealing the trends in the digital evolution of modern business in Ukraine; identifying the peculiarities of using digital technologies and implementing analytical tools in the context of globalization; studying the directions of digital transformation of organizations in Ukraine; forming the theoretical, methodological and practical foundations for the introduction of digital technologies in business.

The first section examines the peculiarities of using digital technologies and analytical tools in the context of globalization. An econometric assessment of the country's digital potential is made.

A detailed analysis of agronomic data using Orange Data Mining is carried out. The international experience of digitalization of economic planning is studied, its features are determined. The specifics of using applications and programs for efficient agriculture are considered.

The second section is devoted to the study of the peculiarities of digital transformation of organizations in Ukraine. The directions of formation of individual trajectories of personnel development in the context of digitalization are determined. The prospects for the introduction of digital technologies in Ukrainian business are revealed. The synergy of business modeling and knowledge management is studied. Directions for optimizing the management of data flows in the network of the automated air traffic control system are formed. Proposals for the implementation of artificial intelligence, big data and new technologies in the work of enterprises are offered.

The third section is devoted to determining the prospects for the introduction of digital technologies in business and management. Current trends are considered, prospects for the development of digital technologies in business are highlighted. The directions of digitalization of accounting and analytical processes at enterprises are formed. A detailed study of the prospects for the development of digital technologies in human resources management is carried out. Proposals for the formation of a strategy for digital literacy and social skills of society are identified. The directions of adaptation of the European experience of business digitalization in Ukraine are highlighted.

The collective monograph offers theoretical and methodological generalizations, conclusions, and practical recommendations that will be useful for researchers, teachers, students of higher education institutions, postgraduates, doctoral students, practitioners, representatives of state authorities and local governments, business, university administrative staff, representatives of civil society, the public, and all interested parties.

The collective monograph is based on the results of research within the framework of the project of basic scientific research, applied scientific research, scientific and technical (experimental) developments on the topic №1/24 “European digitalization practices as a tool for ensuring socio-economic security in war and post-war period” (state registration number 0124U000600) (01.01.2024–31.12.2026).

РОЗДІЛ 1.

Особливості використання цифрових технологій та аналітичних інструментів в умовах глобалізації

ПЕТЬКО Станіслав Михайлович,

к.е.н., доцент, доцент кафедри міжнародного менеджменту,
Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана,
м. Київ, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5686-1067>

1.1. ЕКОНОМЕТРИЧНА ОЦІНКА ЦИФРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ КРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ РЕСПУБЛІКИ КОРЕЯ

Вступ. Для здійснення економетричної оцінки цифрового потенціалу Республіки Корея з подальшим визначенням її цифрової зрілості, необхідно сформувати певний набір атрибутів, які ілюструватимуть важливі аспекти економічного й цифрового розвитку країни. З цією метою доречно звернути увагу на узагальнені оцінки цифрової зрілості, що розраховуються авторитетними міжнародними організаціями, зокрема, Міжнародним інститутом з розвитку менеджменту щорічно публікується *Світовий рейтинг цифрової конкурентоспроможності* (World Digital Competitiveness Ranking, WDCR) [8]. Цей індекс розраховується з 2017 року, тобто наразі є 7 щорічних спостережень для кількості країн від 63 у 2017 році до 67 у 2024 році (у зв'язку з військовою агресією РФ проти України у 2022 році обидві країни були виключені з рейтингу, а додавалися інші країни) включно з Республікою Корея

за всіма роками дослідження. Зауважимо, що цей проміжок часу є надто коротким, щоб намагатися будувати моделі прогнозування, адже кількість спостережень у навчальній вибірці обов'язково має втричі перевищувати кількість параметрів моделі.

Зрозуміло, що за таких умов неможливо побудувати на такій кількості спостережень адекватну прогнозну багатофакторну модель й виокремити тестову вибірку для перевірки її адекватності. Загальний тренд розвитку цього показника не вирішує проблему з точки зору аналітичного дослідження, особливо враховуючи його інерційність.

Виклад основних результатів дослідження. Відповідно, виникає доцільність розширити базу даних, на якій можна було б побудувати різні багатофакторні моделі. Це можна зробити, якщо додати до даних інформацію про інші країни світу, на основі яких вивчатиметься та тестуватиметься модель. Але тут виникає проблема іншого характеру – показники економічного розвитку і цифрової трансформації різних країн дуже відрізнятимуться між собою. Якщо показники всіх країн світу будуть взяті до процесу моделювання, то це унеможливить побудову єдиної ефективної та стійкої моделі. Наприклад, не можна побудувати єдину модель, що буде ефективно узагальнювати та відтворювати процеси впливу цифровізації на розвиток економіки у Республіці Корея, Україні, Афганістані, Гаїті тощо. Зрозуміло, що для побудови моделей дослідження цифрової зрілості Республіки Корея необхідно сформулювати вибірку даних на основі множини країн, схожих до південнокорейських за показниками розвитку як економіки, так і цифровізації.

З цієї метою скористаємося підходом до формування такої вибірки, який запропонували А. Матвійчук, О. Лук'яненко, І. Мірошніченко [15]. Його сутність полягає у проведенні кластеризації країн світу за набором характеристик, що мають значення в контексті досліджуваного завдання для формування окремих груп країн, гомогенних між собою за цими показниками. Означене уможливорює побудову прогнозних моделей дослідження

цифрової зрілості Республіки Корея на даних тих країн, що потрапили з нею до одного кластера.

Далі відобразимо аналіз різних індексів, що характеризують стан цифровізації та інноваційної активності країн світу, а також показників їхнього економічного розвитку. Зокрема, крім згаданого вище *Світового рейтингу цифрової конкурентоспроможності* для визначення цифрової зрілості країн було проаналізовано ще п'ять індексів, що характеризують рівень розвитку цифрової економіки, як от: *Глобальний індекс знань* (Global Knowledge Index, GKI), *Глобальний індекс інновацій* (Global Innovation Index, GII), *Індекс мережевої готовності* (Network Readiness Index, NRI), *Індекс розвитку електронного урядування* (E-Government Development Index, EGDI), *Індекс людського розвитку* (Human Development Index, HDI) [1; 2].

Якісну характеристику означених індексів відображено в підрозділі 3.1, але слід зауважити, що *Глобальний індекс знань* розраховується щорічно з 2017 року й дотепер та містив 133 країни у 2023 році [5]; *Глобальний індекс інновацій* розраховується щорічно, починаючи з 2007 року й дотепер та містив 132 країни у 2023 році [4]; *Індекс мережевої готовності* розраховується щорічно з 2002 року й донині та містив 134 країни у 2023 році [18]; *Індекс розвитку електронного урядування* розраховується з періодичністю раз в два роки з 2003 року й дотепер та включив 193 країни у 2024 році [22]; *Індекс людського розвитку* розраховується щорічно, починаючи з 1990 року, але на момент проведення дослідження на початку 2025 року значення індексу наявні лише до 2022 року для 193 країн [6].

Для дослідження цифрової зрілості Республіки Корея на першому етапі обробки даних необхідно «відсіяти» країни, у яких немає показників за визначеними для аналізу індексами цифрового розвитку й економічними показниками. Так, за переважною більшістю показників у датасеті не було таких малих острівних країн: Британські Віргінські острови, Вануату, Кайманові острови, Кірібаті, Мальдівські острови, Маріанські

острови, Науру, Нова Каледонія, Палау, Сейшельські острови, Соломонові острови, Фарерські острови, Федеративні Штати Мікронезії, Фіджі, Французька Полінезія та ін. Також з бази даних аналізу було виключено низку слаборозвинених країн з низьким рівнем доходів, інформація яких була відсутня за багатьма показниками: Афганістан, Бутан, Гаїті, Демократична Республіка Конго, Ємен, Замбія, Ірак, КНДР, Куба, Ліберія, Лівія, Південний Судан, Сирія, Сомалі, Судан, ЦАР та ін. Проте, варто зауважити, що відсутність зазначених вище країн не применшує цінності подальшого моделювання, адже всі вони не є подібними до Республіки Корея за показниками цифрової зрілості чи економічного розвитку і, напевно, під час кластеризації не потраплять до однієї з нею групи. У результаті вилучення таких країн з подальшого аналізу база даних скоротилась до 127 країн, при цьому суттєво підвищилась її якість, про що попередньо вже було зазначено.

Тому, під час первинної обробки даних, відбулося фільтрування країн за рівнем цифрового розвитку. Значна кількість слаборозвинених країн, показники яких мали багато прогалин в індексах цифрового розвитку, були вилучені, що скоротило вибірку до 127 країн, які було взято за основу для остаточного аналізу.

Додатково до перелічених індексів, що характеризують цифровий розвиток країн, було зібрано дані Світового Банку [19; 20] та МВФ [9] за низкою макроекономічних показників та індикаторів в динаміці за 2020–2023 роки, які, на думку авторів, можуть впливати на загальний рівень цифрової зрілості кожної країни: ВВП на душу населення (тис. дол. США); рівень інфляції (%); загальний ВВП (млрд дол. США); зростання/падіння загального ВВП (%); рівень безробіття (% від загальної кількості населення); кількість користувачів інтернету (% від загальної кількості населення). Взявши за основу показники Світового інвестиційного звіту за 2024 рік (World investment report) [24], ми застосували абсолютні значення показників надходження/відтоку ПІП (млрд дол. США) за період 2020–2023 років.

З-поміж індексів і показників, що відібрані для аналізу, Глобальний індекс знань розраховується починаючи з 2017 року, решта мають довші часові проміжки спостережень. Проте вважаємо недоцільним брати дані за надто тривалий період часу, адже з глобальною пандемією COVID-19 процеси цифровізації в усіх країнах почали стрімко розвиватися й видозмінюватися. Тому, щоб не закладати в набір даних попередні закономірності й тенденції в розвитку цифрової зрілості країн світу, відберемо до загальної бази спостереження, починаючи з 2020 року. За будь-яких умов цих показників буде достатньо для проведення кластеризації та подальшої побудови прогнозних моделей. Адже якщо до кожного кластеру увійдуть десятки країн за кілька досліджуваних років, ми отримаємо для кожного з них більше сотні спостережень. Відповідно цього вистачить для побудови й тестування різних моделей.

Також зазначимо, що в дослідженні ми вимушені обмежитися показниками 2023 року, адже за низкою індексів останні дані є саме для цього року. Причому, як зазначалося вище, для *Індексу людського розвитку* показники взагалі обмежені 2022 роком. Тому, щоб не вилучати з аналізу 2023 рік чи цей індекс, його значення за 2022 рік повторимо для 2023 року. Те саме зробимо для *Індексу розвитку електронного урядування*, який розраховується раз на два роки (щоб не відкидати сам індекс чи непарні роки спостережень). Тож для цього індексу повторимо розрахунки за 2020 рік для 2021 року, а дані за 2024 рік використаємо при заповненні пропусків за 2023 рік. Це не викличе проблем, адже індекси для кожної країни є досить статичними і змінюються повільно. До того ж вони, так чи інакше, не є об'єктивними спостереженнями, як макроекономічні показники, а синтетичними розрахунками за певними методиками.

Отже, за переліченими вище індексами й показниками було сформовано базу даних для 127 країн світу за період 2020–2023 рр. Додамо, що коли в процесі дослідження виявиться, що деякі індекси цифрового розвитку чи макроекономічні показники не

впливатимуть на процес кластеризації країн або будуть сильно корелювати між собою, то деякі з них можуть бути вилучені з набору пояснюючих факторів.

Наступним етапом обробки первинної інформації є заповнення прогалин в усіх показниках бази даних для країн, які залишилися у вибірці, адже для алгоритмів кластеризації у вхідних даних не повинно бути пропущених значень. Загальноприйнятим рішенням цього завдання є заповнення пропущених даних за відповідним показником шляхом знаходження його середньоарифметичного значення з-поміж усіх країн в певному році [13]. Однак ставити, наприклад, для країн з низьким рівнем доходів усереднені значення по всіх країнах *Глобального індексу інновацій* чи ВВП на душу населення буде не зовсім коректно, адже це може призвести до математичного викривлення остаточних розрахунків.

Матвійчук А. і Іващенко К. [10] для вирішення цього питання пропонують взяти середні значення за певним показником не по всіх країнах світу, а за деякими групами країн, які загалом матимуть схожий рівень людського розвитку (Human Development Index). Проте, зважаючи на специфіку нашого завдання, ми вирішили взяти середньоарифметичні значення не за індексом людського розвитку чи по всіх країнах, що представлені у вибірці, а за окремими групами країн, які матимуть схожий показник рівня ВВП на душу населення. Відповідно, групування країн для розрахунку середньоарифметичних значень кожного пропущеного показника здійснювалось згідно класифікації Світового Банку за таким принципом: країнами з високим рівнем доходів; країни з доходами нижче середніх; країни з низьким рівнем доходів. Для країн з доходами вище середніх розрахунок середньоарифметичних значень не проводився, бо у зазначеній групі країн не було прогалин [21].

Отже, під час заповнення прогалин у *Глобальному індексі інновацій* за 2020 рік для Венесуели, Гамбії та Чаду була створена група з 15 схожими за рівнем ВВП на душу населення країн, які згідно класифікації Світового Банку належать до країн з низьким рівнем доходів: Бенін (18.13), Буркіна-Фасо (20.00), Гвінея (17.32),

Ефіопія (18.06), Мадагаскар (20.40), Малаві (21.44), Малі (19.15), Мозамбік (18.70), Непал (24.35), Нігер (17.82), Руанда (25.06), Таджикистан (22.23), Танзанія (25.57), Того (18.54), Уганда (20.54), де в дужках подано значення показника цього індексу за 2020 рік по кожній представленій країні. Отримане середньоарифметичне значення *Глобального індексу інновацій* на рівні 20.49 було взяте для заповнення пропусків для Венесуели, Гамбії та Чаду за 2020 рік. За таким принципом було вираховано середньоарифметичний показник *Глобального індексу інновацій* за 2021 (20.9), 2022 (16.7), 2023 (16.9) роки та заповнено відповідні прогалини по кожному року для зазначених країн.

У *Глобальному індексі мережевої готовності* за 2020–2023 рр. немає даних про такі країни: Бруней, М'янма, Нігер і Того. За класифікацією Світового Банку Бруней належить до країн з високим рівнем доходів, тому була сформована група з 15 схожих за рівнем ВВП на душу населення країн, а саме: Бахрейн (57.59), Греція (55.20), Естонія (70.32), Іспанія (67.31), Італія (63.69), Катар (60.25), Кіпр (60.67), ОАЕ (64.42), Польща (61.80), Португалія (64.40), Саудівська Аравія (57.97), Словаччина (60.78), Словенія (66.58), Угорщина (60.05), Чехія (66.33), де в дужках подано базисний показник зазначеного індексу по кожній представленій країні за 2020 рік. Отриманий середньоарифметичний показник індексу на рівні 62.49 був узятий для заповнення прогалини по Брунею за 2020 рік. За таким же алгоритмом було вираховано середнє арифметичне *Глобального індексу мережевої готовності* для Брунею за 2021 (63.54), 2022 (62.25), 2023 (59.61) роки та заповнено відповідні прогалини за всіма роками.

За класифікацією Світового Банку М'янма та Того належать до країн з доходами нижче середніх, тож для розрахунку *Глобального індексу мережевої готовності* було взято 15 країн з близьким рівнем ВВП на душу населення: Алжир (35.15), Ангола (20.96), Бангладеш (36.01), Бенін (32.25), Болівія (36.72), Гондурас (36.23), Зімбабве (25.78), Камбоджа (36.01), Камерун (30.44), Кот д'Івуар (31.23), Нігерія (29.85), Непал (31.81), Пакистан (33.29), Сенегал (36.90),

Танзанія (33.92), де в дужках подано базисний показник зазначеного індексу по кожній представленій країні за 2020 рік. Отриманий середньоарифметичний показник індексу на рівні 32.44 був узятий для заповнення пропуску по М'янмі та Того за 2020 рік.

Значення *Глобального індексу мережевої готовності* для М'янми й Того за 2021 рік становило 35.70, за 2022 рік – 37.28, за 2023 рік – 35.60, якими і були заповнені відповідні прогалини в кожному році. Щодо країни Нігер, яка за класифікацією МВФ належить до країн з низьким рівнем доходів, було взято показники інших 13 країн з подібним рівнем ВВП на душу населення: Буркіна-Фасо (26.63), Бурунді (20.62), Гамбія (29.76), Гвінея (28.77), Ефіопія (27.36), Мадагаскар (27.64), Малаві (29.39), Малі (28.27), Мозамбік (25.07), Руанда (38.26), Таджикистан (33.75), Уганда (31.33), Чад (20.82), де в дужках подано базисний показник зазначеного індексу кожної країни за 2020 рік.

Отримане середньоарифметичне значення на рівні 26.89 було взято для заповнення *Глобального індексу мережевої готовності* по країні Нігер за 2020 рік. За 2021 рік значення цього індексу для країни Нігер було вираховано на рівні 29.34, за 2022 рік – на рівні 30.02, а у 2023 році – 28.28.

В *Індексі розвитку електронного урядування* не було представлено даних по Гонконгу. Для заповнення прогалин ми послуговувалися даними КНР, адже державне управління в Гонконзі здійснюється органами державного апарату з материкового Китаю.

Наступним важливим етапом підготовки даних для подальшого дослідження є надання всім економічним показникам належної форми. Річ у тім, що деякі макроекономічні показники у запропонованому датасеті наведено в абсолютних значеннях, як-от загальний ВВП (млрд дол. США), надходження/відтік ПП (млрд дол. США). Коли дані представлені в абсолютній формі, то кластеризація майже гарантовано відбудеться відповідно до цих показників, без урахування коефіцієнтів, відсотків тощо, що знаходяться на низькому, майже однаковому, рівні. У такому разі групування відбуватиметься за розміром країн,

незважаючи на їх успіхи в цифровізації, інноваціях та економічній ефективності.

Отже, трансформування абсолютних значень макроекономічних показників у відносні є необхідним кроком у нашому дослідженні, оскільки це дасть змогу коректно порівнювати інформацію про країни різного економічного масштабу. Відповідно, до основної бази даних було додано два нових предиктори у відносній формі: надходження ППІ та відтік ППІ (% від ВВП). Таким чином, для кластеризації країн за групами, що характеризуватимуться схожим економічним і цифровим розвитком, буде використано базу даних, сформовану з 5 індексів цифрового розвитку та 7 відносних макроекономічних показників для 127 країн за період з 2020 по 2023 рр.

У нашому дослідженні здійснено кластеризацію країн на основі реальних значень всіх дібраних у базу даних індексів цифрового розвитку та макроекономічних показників, а також реалізовано низку експериментів щодо кластеризації на основі наборів індикаторів шляхом відкидання деяких із загального переліку. Проте поділ країн на гомогенні групи практично завжди не мав очікуваного результату, адже в переважній більшості експериментів утворювався тільки один кластер. Відтак природного розподілу між групами країн не відбувалося. Звісно, можна штучно встановити поділ усіх спостережень на задану кількість кластерів, хоч це є примусовим і не зовсім природним підходом, проте, за такого розподілу в одному кластері, поруч з розвиненими в цифровому плані країнами, могли знаходитись такі, що мають низький рівень цифрової зрілості. Це, звісно, суперечить логіці процесу кластеризації.

Подібна ситуація була описана у статті [13] про конкурентоспроможність університетів країн світу. І хоч кластеризація там проводилась на основі групи індексів однієї розмірності, що мали значення від нуля до ста і, відповідно, не потребували переведення до одної шкали через процедуру нормалізації або стандартизації, проте на цих базових значеннях індексів країни так само хаотично розподілялись за кластерами. Тож ми здійснили z-стандартизацію

всіх індексів, унаслідок чого сформувались однорідні клас-
тери країн з логічним відображенням рівня конкурентоспромож-
ності університетів.

Отже, у дослідженні ми скористалися подібним підходом,
з урахуванням різної розмірності початкових значень індексів
і макроекономічних показників. Усі ці індикатори ми піддали про-
цедурі z-стандартизації.

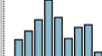
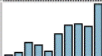
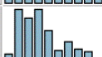
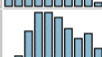
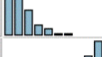
	Метка столбца	Статистика: Кол-во значений = 508				
		Гистогра...	Мин...	Макс...	Среднее	Стандартн...
1	9.0 Global Knowledge Index		-0.187	0.178	1,181102362E-5	0,08349358866
2	9.0 Human Development Index		-15.203	8.928	-3,74015748E-5	6,461403337
3	9.0 Global Innovation Index		-0.126	0.19	-1,771653543E-5	0,07432856373
4	9.0 The Network Readiness Index		-0.15	0.132	1,968503937E-6	0,06447409764
5	9.0 E-Government Development Index		-13.574	7.536	-3,937007874E-6	5,046234098
6	9.0 GDP per capita (U.S. dollars, thousand)		-0.031	0.187	1,377952756E-5	0,04029293387
7	9.0 Inflation rate (in %)		-0.001	0.129	-0,0001417322835	0,007094431418
8	9.0 Growth / drop of the total GDP (in %)		-1.074	0.502	-1,968503937E-6	0,1823534455
9	9.0 FDI inflows (in % from total country's GDP)		-0.011	0.87	1,771653543E-5	0,04484201592
10	9.0 FDI outflows (in % from total country's GDP)		-0.008	0.773	5,905511811E-6	0,04665237134
11	9.0 Unemployment rate (in % from total population)		-0.251	1.032	3,149606299E-5	0,1936537175
12	9.0 Internet users (in % from total population)		-0.098	0.045	1,771653543E-5	0,03930272036

Рис. 1. Статистичні характеристики стандартизованих показників

Джерело: побудовано самостійно автором

Перед здійсненням кластеризації країн за стандартизованими значеннями індексів і показників проведемо аналіз їх статистичних характеристик, щоб завчасно розуміти їх специфіку й закономірності. На рис. 1 наведені гістограми розподілу значень кожного показника оновленої бази даних, його мінімальне, максимальне, середнє значення та стандартне відхилення.

Рис. 1 засвідчує, що гістограми розподілу всіх п'яти індексів (перші 5 рядків на рисунку) розподілені по-різному. Тобто, ці індекси не повторюють один одного, а є певним доповненням до цифрового портрету кожної країни. Тож всі ці індекси доречно застосувати під час моделювання цифрової зрілості країн світу.

3-поміж макроекономічних показників привертають до себе увагу рівень інфляції (%), надходження ПП (% від ВВП) та відтік ПП (% від ВВП), адже вони відображають надто велику вагу найменших значень (крайній лівий стовпчик у рядках 7, 9 і 10 на рис. 1), так що інші стовпчики на цих гістограмах не відрізняються від нуля.

Якщо аналізувати кожен із цих показників, то для переважної більшості країн (503 із 508 спостережень) стандартизоване значення інфляції знаходиться в першому децилі (верхній стовпчик на рис. 2).

Із рис. 2 зрозуміло, що діапазон значень стандартизованого рівня інфляції для цього дециля складає від -0.001 до 0.012 . Це відповідає реальному значенню інфляції від -2.5% для Катару в 2020 році до 193.4% для Зімбабве в 2022 році. Вищі значення інфляції є тільки у Венесуели та Зімбабве в різні роки (аж до $2600,1\%$ для Венесуели в 2020 році). Щоб уникнути значного викривлення впливу показника інфляції на результат кластеризації країн за рівнем цифрового розвитку, відкинемо низку спостережень із надто високими значеннями інфляції – для Венесуели та Зімбабве за всі аналізовані роки (з 2020 по 2023), а також для Аргентини та Туреччини у 2022 та 2023 рр. Таким чином, максимальне значення інфляції у добірці, що залишилась, становитиме $48,4\%$ для Аргентини у 2021 році. Без цих спостережень у базі даних залишається 496 записів.

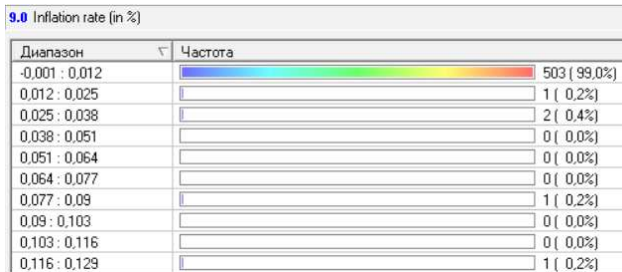


Рис. 2. Розподіл стандартизованих значень інфляції за децилями

Джерело: побудовано самостійно автором

Такий же аналіз проводимо і з показниками надходжень ППІ (% від ВВП) та відтоку ППІ (% від ВВП). Вони мають найбільші значення для Люксембургу в 2022 році – у стандартизованій формі 0.87 та 0.773, що відповідають реальним значенням 438.2 % надходжень ППІ від ВВП та 358.8 % відтоку ППІ від ВВП. Для великої кількості країн найнижчі значення близькі нулю.

Зауважимо, що якщо вилучення з бази даних низки країн з максимальним рівнем інфляції не знизить якості дослідження, адже ці країни різні за рівнем розвитку з Республікою Корея, зокрема, в аспекті цифровізації, то з показниками надходжень ППІ/відтоку ППІ (% від ВВП) ситуація може бути іншою. До категорії найбільших значень цих показників належать невеликі, зокрема високотехнологічні країни з найбільшими значеннями надходжень ППІ (% від ВВП), а саме: Гонконг (2020–2023 рр.), Кіпр (2020 р.), Люксембург та Мальта (2021–2023 рр.), Мозамбік (2021 р.) та Сінгапур (2023 р.). 3-поміж зазначених найбільші показники відтоку ППІ (% від ВВП) за всі роки спостережень (2020–2023 рр.) мають Гонконг, Люксембург, Мальта та Кіпр (2020 р.).

Грунтовний аналіз показників надходжень ППІ (% від ВВП) та відтоку ППІ (% від ВВП) засвідчив велику кореляцію між ними на рівні 0,89. Тому у результаті експериментального дослідження принаймні один з них ми вилучимо з переліку факторів.

Але й потреба у відсіюванні «вилучень» за показником, що залишиться, теж буде визначатися під час проведення експериментів.

Після формування загального масиву даних, відбору переліку індексів цифрового розвитку й макроекономічних показників, підготовки додаткових відносних предикторів, заповнення прогалин у даних, проведення первинного статистичного аналізу індикаторів, стандартизації й обробки «вилучень» із даних, ми сформували базу із 496 записів по 125 країнах світу (без Венесуели й Зімбабве, що були вилучені через надмірну інфляцію) за 5 індексами та 7 макроекономічними показниками у 2020–2023 рр. У подальшому цю базу застосовуватимемо для проведення експериментів із кластеризацією та подальшому прогнозуванні показників цифрової зрілості країн, що опинилися в одному з Республікою Корея кластері.

Під час аналізу цифрового розвитку країн дослідники застосували різні методи кластеризації, що були схарактеризовані в наукових працях українських і закордонних учених [3; 12; 14; 16; 25]. Нині існує велика кількість кластеризаційних алгоритмів. У перелічених працях [17; 23] здійснено порівняльний аналіз ефективності значної кількості методів кластеризації та зниження розмірності під час розподілу об'єктів із загальної вибірки на однорідні групи. У цих публікаціях також запропоновано кількісні метрики порівняння алгоритмів та обґрунтовано найбільш ефективні методи для вирішення поставлених завдань. Однак у нашому дослідженні важливо не тільки поділити всі досліджувані об'єкти за групами, але й отримати аналітичний інструмент для визначення того, наскільки розташування в тій чи тій групі характеризує об'єкт за ознакою, що аналізується (за рівнем цифрової зрілості країни).

Зважаючи на специфіку цього дослідження для кластеризації країн ми застосували інструментарій самоорганізаційних карт Кохонена [11], які, крім формування однорідних груп досліджуваних об'єктів, забезпечують зручний інструмент візуального аналізу результатів кластеризації. Зокрема, на відміну від інших кластеризаційних алгоритмів, розташування об'єкта на карті Кохонена

засвідчує те, наскільки в нього розвинена досліджувана властивість порівняно з іншими об'єктами, адже найбільш та найменш розвинені об'єкти за аналізованим показником розташовуються у протилежних кутах карти.

Для побудови самоорганізаційних карт Кохонена в нашому дослідженні застосовано аналітичну платформу Deductor Studio Academic. Кластеризація здійснювалася за 5000 епох навчання. Функцією сусідства нейронів для процедури кооперації обрано Гаусову. Під час численних експериментів ми визначили найоптимальнішу поставленому завданню структуру карти й перелік показників оцінювання цифрової зрілості країн, за якими отримаємо найраціональнішу кластеризацію згідно критерію середньозваженої помилки квантування.

До того ж, під час вибору множини вхідних факторів основний акцент ми робили на дослідженні впливу показників надходжень ПІІ (% від ВВП) та відтоку ПІІ (% від ВВП) на результат кластеризації, адже, як зазначалось вище, ці показники не рівнозначні для різних країн. За умови вилучення обох показників надходжень ПІІ (% від ВВП) та відтоку ПІІ (% від ВВП) з переліку вхідних факторів моделі при наявності 196 спостережень було отримано чітку сегментацію карти Кохонена на 5 окремих кластерах з раціональним складом країн у кожному. Зокрема, як і передбачалося, невеликі розвинені країни (Гонконг, Люксембург та Сінгапур) потрапили до одного кластеру з Республікою Корея, причому кожна країна за всі 4 роки спостережень у вибірці (2020–2023 рр.). Це підтвердило недоречність видалення показників країн з бази даних і обумовило доцільність вилучення показників надходжень ПІІ/відтоку ПІІ (% від ВВП) з переліку вхідних факторів.

У результаті в остаточній базі даних для проведення кластеризації за рівнем цифрової зрілості залишилось 196 спостережень для 125 країн світу та 10 індикаторів: *Глобальний індекс знань*, *Глобальний індекс інновацій*, *Індекс мережевої готовності*, *Індекс розвитку електронного урядування*, *Індекс людського розвитку*, ВВП на душу населення (тис дол. США); рівень

інфляції (%); і зростання/падіння загального ВВП (%); рівень безробіття (% від загальної кількості населення); кількість користувачів інтернету (% від загальної кількості населення).

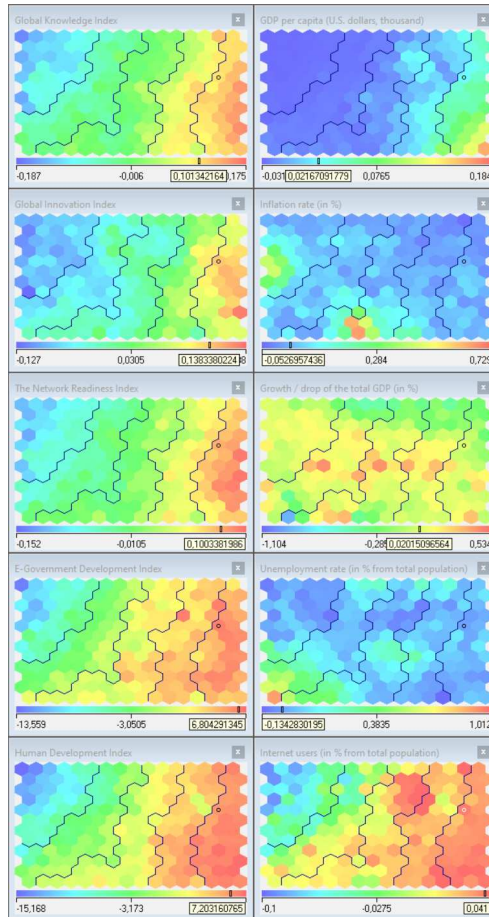


Рис. 3. Теплові карти індексів цифрового розвитку та макроекономічних показників, отримані в результаті кластеризації

Джерело: побудовано самостійно автором

Оптимальна структура карти Кохонена була представлена гексагональною решіткою розмірністю 16×12 нейронів. Теплові карти за кожним із зазначених показників, отримані в результаті класифікації країн за рівнем цифрової зрілості, зображені на рис. 3. Нумерацію п'яти отриманих кластерів наведено на рис. 4 (номер кластеру позначений на лінійці під картою Кохонена напроти відповідного кольору).

Як засвідчують рис. 3 та 4, у результаті застосування інструментарію карт Кохонена країни були згруповані в 5 послідовно розташованих кластерів. Зважаючи на специфіку інструментарію, найбільш та найменш розвинені за аналізованим показником об'єкти групуються в протилежних кутах карти.

Оскільки в одному з кутів повністю згрупувався кластер (нульовий у лівому верхньому, що можна визначити за його кольором на рис. 4), то доречно, першою чергою проаналізувати саме його, а також правий нижній кут карти, який відповідає третьому кластеру. Це дасть змогу визначити кластери країн найбільшої та найменшої цифрової зрілості й відповідно до цього проаналізувати інші кластери. Таким чином у лівому верхньому нейроні містяться спостереження за всіма досліджуваними роками для двох країн – Нігеру й Чаду. У нульовому кластері також згруппувалися такі країни, як: Ангола, Бенін, Буркіна Фасо, Бурунді, Гондурас, Камбоджа та ін. Тобто, це першою чергою, країни Африки, Латинської Америки та Індокитайського півострова, до того ж практично всі вони за період спостережень знаходяться тільки в цьому кластері.

Проаналізувавши теплові карти за всіма індикаторами можна висновкувати, що всі індекси й більшість макроекономічних показників для країн цього кластеру є низькими (позначені на рис. 3 синім кольором, відповідність яких конкретним кількісним значенням можна побачити на шкалі під картою кожного показника). Тільки два показника – рівень інфляції та зростання/падіння загального ВВП – знаходяться на середньому рівні.

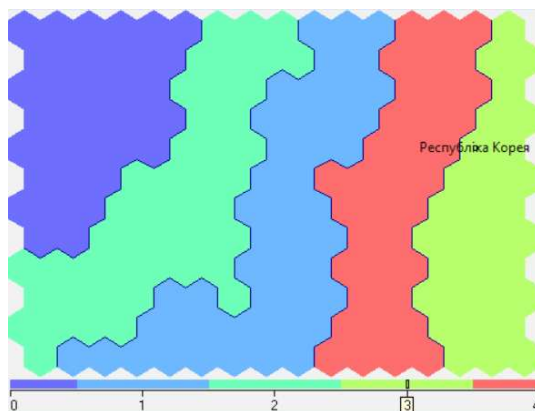


Рис. 4. Кластери країн світу, згруповані за показниками
цифрової зрілості

Джерело: побудовано самостійно автором

У протилежному, правому нижньому нейроні, знаходяться Ірландія, Люксембург і Норвегія. Повний перелік країн третього кластеру такий (наведемо його повністю, адже саме до нього потрапила Республіка Корея): Австралія, Австрія, Бельгія, Великобританія, Гонконг, Данія, Ізраїль, Ірландія, Ісландія, Канада, Люксембург, Нідерланди, Німеччина, Нова Зеландія, Норвегія, Республіка Корея, Сінгапур, США, Фінляндія, Франція, Швейцарія, Швеція і Японія. До того ж, усі ці країни представлені в означеному кластері всі роки спостережень – з 2020 по 2023 рр. Як бачимо по теплових картах на рис. 3, усі індекси цифрового розвитку, ВВП на душу населення та відсоток користувачів інтернету у країнах цього кластеру є високими, зростання/падіння загального ВВП є середніми, а інфляція та безробіття знаходяться на низькому рівні.

Із вищезазначеного зрозуміло, що нульовий кластер відповідає країнам найменшої цифрової зрілості, а третій кластер – найвищої. Саме на основі показників країн третього кластеру будемо будувати модель прогнозування цифрового розвитку Республіки Корея, куди вона була віднесена за результатами кластеризації.

Проте продовжимо аналіз країн, що потрапили до трьох інших кластерів. Так, до четвертого кластеру, що є сусіднім із кластером найбільш розвинених у цифровому аспекті країн, потрапили: Естонія, Іспанія, Італія, Катар, Китай, ОАЕ, Саудівська Аравія та ін., тобто країни Європи та Близького Сходу. Їх показники загалом схожі на найбільш розвинені за рівнем цифровізації країни, хоча з дещо нижчими значеннями індексів і ВВП на душу населення. До країн першого кластеру, що займає центральну частину карти Кохонена, належать: Бахрейн, Білорусь, Болгарія, Бразилія, В'єтнам, Греція, Іран, Кувейт, Мексика, РФ, Сербія, Україна та ін. Тобто, цей кластер представляє фактично всі географічні регіони світу та містить країни з індексами на середньому та вище середнього рівня, відносно низьким значенням ВВП на душу населення та безробіття, високим відсотком користувачів інтернету, а рівні інфляції та зростання/падіння загального ВВП розподілені від найнижчих до найвищих значень. Другий кластер, найближчий до менш розвинених у цифровому аспекті країн, складають, здебільшого, країни Африки, Латинської Америки, Азії, зокрема Азербайджан, Алжир, Бангладеш, Єгипет, Індія, Індонезія, Південна Африка та ін. Усі індекси знаходяться на середньому рівні, ВВП на душу населення та інфляції низькі, зростання/падіння загального ВВП та відсоток користувачів інтернету від середнього й вище, а рівень безробіття в країнах цього кластеру відповідає низьким і найбільшим значенням.

Таким чином, у результаті кластеризації країн світу за набором ознак, що встановлюють їх рівень цифровізації, визначено окремі групи країн, схожих між собою за цими показниками. Згідно із запропонованим методологічним підходом далі зосередимо увагу на побудові прогностичних моделей дослідження цифрової зрілості Республіки Корея на основі показників країн, які потрапили до одного з нею кластера. Як було визначено, до цього кластеру належать 23 країни (досліджувані роки – з 2020 по 2023 рр.). Таким чином, загальна база даних для країн цього кластера складається з 92 спостережень.

Під час побудови моделей дослідження цифрової зрілості необхідно, перш за все, обрати індикатор, який найбільш повно визначатиме цю характеристику. Безперечно, це не може бути один із макроекономічних показників. Його необхідно обирати з-поміж індексів цифрового розвитку.

На початку дослідження ми провели аналіз найбільш релевантних індексів і для проведення процедури кластеризації дібрали 5 із них, урахувавши їх відповідність завданню дослідження цифрової зрілості і повноту представлення країн світу. Проте ми не взяли до уваги найбільш відповідний цьому завданню Світовий рейтинг цифрової конкурентоспроможності через значно меншу кількість країн, представлених у ньому (від 63 у 2017 році до 64 у 2023 році). Однак порівняльний аналіз країн, що потрапили до одного з Республікою Корея кластера, із списком країн у Світовому рейтингу цифрової конкурентоспроможності засвідчив, що всі вони представлені в означеному рейтинзі. Відповідно, у нас з'являється можливість побудови моделей прогнозування Індексу цифрової конкурентоспроможності на основі низки інших індексів і макроекономічних показників за зразком країн одного з Республікою Корея кластера.

Також ми можемо повернути до бази даних відкинуті на етапі кластерного аналізу показники надходжень ППІ (% від ВВП) та відтока ППІ (% від ВВП). Проте додавання обох цих показників до моделі є недоречним через високу кореляцію між ними, що призведе до прояву явища мультиколінеарності. У результаті здійснення низки експериментів ми вирішили залишити показник надходжень ППІ (% від ВВП), що сприятиме підвищенню аналізованих показників точності прогнозування на навчальних і тестових даних (для тестової вибірки F-критерій збільшився з 24.8 до 27.11 порівняно з повним набором показників).

При цьому ми вирішили вилучити з переліку пояснюючих змінних моделі *Індекс розвитку електронного урядування*, щоб не вносити дисбаланс у результати моделювання, адже він розраховується раз на 2 роки, а в інші роки ми його

продублювали (для кластеризації це не було проблемою, але під час прогнозування може суттєво викривляти точність результатів).

Також варто зауважити, що під час прогнозування остаточного показника (*Індексу цифрової конкурентоспроможності*) недоречно брати значення пояснюючих змінних цього ж року, адже втрачається сенс прогнозування (одночасно із вхідними факторами вже відома і прогнозна змінна). Тож доцільно здійснювати прогноз *Індексу цифрової конкурентоспроможності* від набору пояснюючих змінних з інтервалом принаймні в один рік – остаточна змінна за 2021 рік, а вхідні індикатори за 2020 рік, прогноз на 2022 рік на основі даних 2021 року, а 2023 – на даних 2022.

Таким чином, із чотирьох досліджуваних років для прогнозування ми втрачаємо один рік – 2020. Звісно, можна розширити базу даних попередніх років, але, як зазначалось вище, у дослідженні ми прагнемо уникнути впливу на результати прогнозування «доковідних» часів, адже розвиток цифрових технологій з 2020 року зазнав досить серйозних змін. Проте у нас є можливість додати для прогнозування спостереження за *Індексом цифрової конкурентоспроможності* у 2024 році, адже вже є в доступі *IMD Світовий рейтинг цифрової конкурентоспроможності 2024* [7], прогнозуючи його на основі значень обраних індикаторів за 2023 рік. Тож в базі даних для прогнозування так і залишиться 96 спостережень (дані яких наведені в додатку А).

Зазначимо, що для побудови й тестування регресійних моделей 92 спостережень буде достатньо, проте такого обсягу даних замало для побудови більш складних, наприклад, нейромережевих моделей. Зважаючи на це, під час вибору типу моделі зупинимось на лінійній регресії, що дасть змогу виявляти лінійну функціональну залежність між значеннями індексів цифрового розвитку й макроекономічних показників кожної країни та її *Індексом цифрової конкурентоспроможності* наступного року. Інші типи регресійних моделей немає потреби розглядати, адже наша база даних містить панельні дані, а не часові проміжки.

У процесі побудови моделі, перш за все, виникає питання поділу загальної бази даних на навчальну й тестову вибірки, щоб можна було дослідити здатність моделі узагальнювати приховані закономірності на нових для неї даних, а не тільки адаптуватися під значення, на яких вона «навчається». Оскільки основною країною нашого дослідження є Республіка Корея, то її відразу подамо в тестовій вибірці. Також до неї додамо інформацію про дві останні країни в базі даних – Швеція та Японія. Таким чином, у тестовій вибірці буде зафіксовано 12 спостережень, а навчання проводитиметься на 80 записах бази даних.

Зазначимо, що ми зумисне не скористалися підходом до випадкового розподілу загальної вибірки на навчальну й тестову, щоб не тільки гарантувати потрапляння в тестову базу інформації про Республіку Корея, але й щоб усі моделі тестувалися в однакових умовах, а показники ефективності не залежали від випадкового вибору країн, які краще піддаються прогнозуванню. Крім того, значення *Індексу цифрової конкурентоспроможності* цих країн покривають практично весь діапазон його можливих значень – від 68,1 (для Японії у 2024 році) до 99,81 (для Швеції у 2022 році). Це дасть змогу відстежити, чи модель здатна однаково ефективно прогнозувати як низькі, так і середні, чи лише високі рівні *Індексу цифрової конкурентоспроможності*.

Під час вибору ефективнішої моделі прогнозування цифрової зрілості країн залишається визначити остаточний комплекс факторів. Ми вирішили застосувати три базові підходи – це побудова моделей на повному наборі вхідних показників, застосування методу прямого додавання та методу зворотного видалення факторів. Порівняння ефективності моделей здійснюватимемо за F-критерієм на тестовій вибірці.

Тож перша модель прогнозування *Індексу цифрової конкурентоспроможності*, побудована на основі повного набору вхідних факторів з 5 індексів цифрового розвитку (без *Індексу розвитку електронного урядування*, проте з урахуванням *Індексу цифрової конкурентоспроможності* попереднього року) та 6 макроекономічних показників (без відтоку ІІІ), набуває вигляду:

$$y(t+1) = -66.808 + 0.765 \cdot y(t) + 0.114 \cdot x_1(t) - 0.080 \cdot x_2(t) + \\ + 0.468 \cdot x_3(t) + 60.215 \cdot x_4(t) - 0.031 \cdot x_5(t) - 0.280 \cdot x_6(t) + \\ + 0.388 \cdot x_7(t) + 0.327 \cdot x_8(t) - 0.080 \cdot x_9(t) + 0.015 \cdot x_{10}(t), \quad (1)$$

де $y(t)$ – Індекс цифрової конкурентоспроможності в t -му році;

$x_1(t)$ – Глобальний індекс знань у t -му році;

$x_2(t)$ – Глобальний індекс інновацій у t -му році;

$x_3(t)$ – Індекс мережевої готовності у t -му році;

$x_4(t)$ – Індекс людського розвитку в t -му році;

$x_5(t)$ – ВВП на душу населення у t -му році (тис. дол. США);

$x_6(t)$ – рівень інфляції у t -му році (%);

$x_7(t)$ – зростання/падіння загального ВВП у t -му році (%);

$x_8(t)$ – рівень безробіття в t -му році (% від загальної кількості населення);

$x_9(t)$ – кількість користувачів інтернету в t -му році (% від загальної кількості населення);

$x_{10}(t)$ – надходження ПШ у t -му році (% від ВВП).

Другу модель прогнозування *Індексу цифрової конкурентоспроможності*, ми отримали застосовуючи метод прямого додавання факторів (Forward Selection). Вона представлена рівнянням:

$$y(t+1) = -16.609 + 0.731 \cdot y(t) + 0.519 \cdot x_3(t) + 0.288 \cdot x_7(t). \quad (2)$$

Друга регресійна модель прогнозування *Індексу цифрової конкурентоспроможності*, що побудована із застосуванням методу зворотного видалення факторів (Backward Elimination), набуває вигляду:

$$y(t+1) = -12.798 + 0.749 \cdot y(t) + 0.461 \cdot x_3(t) \\ - 0.316 \cdot x_6(t) + 0.350 \cdot x_7(t). \quad (3)$$

Показники ефективності всіх трьох моделей зведені в табл. 1, а візуальне відображення прогнозування на основі цих моделей на навчальній і тестовій вибірках відображені на рис. 5 і 6, відповідно.

Таблиця 1

**Тестування моделей прогнозування
Індексу цифрової конкурентоспроможності Республіки Корея**

Модель (за типом відбору факторів)	F-критерій	Коефіцієнт детермінації
1 – з повним набором факторів	27.11	0.814
2 – за методом прямого додавання факторів	93.93	0.788
3 – за методом зворотного видалення факторів	74.05	0.798

Джерело: побудовано самостійно автором

Як бачимо з табл. 1, усі три отримані моделі прогнозування *Індексу цифрової конкурентоспроможності* виявилися значущими. Коефіцієнти детермінації всіх моделей знаходяться фактично на однаковому рівні, проте F-критерій у другій моделі, що отримана в результаті застосування методу прямого додавання факторів, є значно вищим за інші прогностні моделі. Візуалізуємо результати прогнозування *Індексу цифрової конкурентоспроможності* Республіки Корея на навчальній і тестовій вибірці із застосуванням означених трьох моделей (рис. 5 і 6).

Як засвідчує рис. 5, всі три моделі досить точно відтворюють реальні значення *Індексу цифрової конкурентоспроможності* країн навчальної вибірки, до того ж їх розрахунки практично збігаються між собою. І що вкрай важливо, ці моделі виявились ефективними в узагальненні закономірностей та продемонстрували високу точність прогнозування *Індексу цифрової конкурентоспроможності* на тестових даних (на яких моделі не навчались) трьох країн, зокрема, Республіці Корея, що можна бачити на рис. 6. Це дає підстави обрати другу модель (2), побудовану за методом прямого додавання факторів, як найефективнішу під час прогнозування *Індексу цифрової конкурентоспроможності* Республіки Корея.

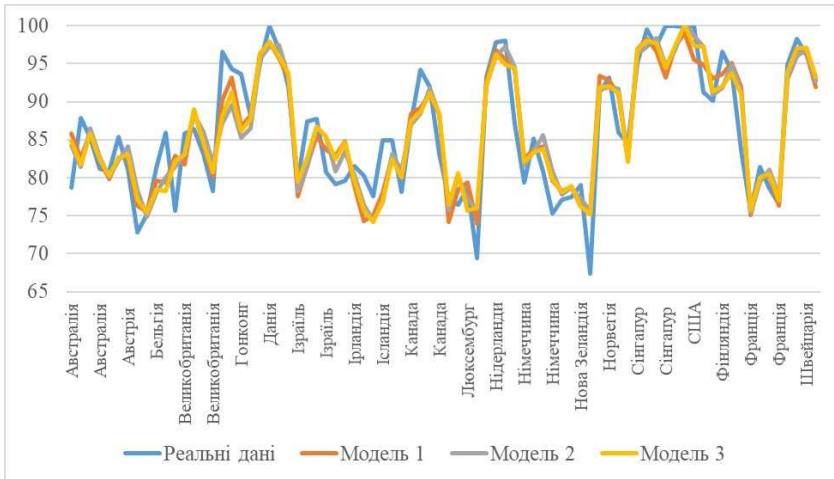


Рис. 5. Відтворення значень Індексу цифрової конкурентоспроможності країн з навчальної вибірки

Джерело: побудовано самостійно автором

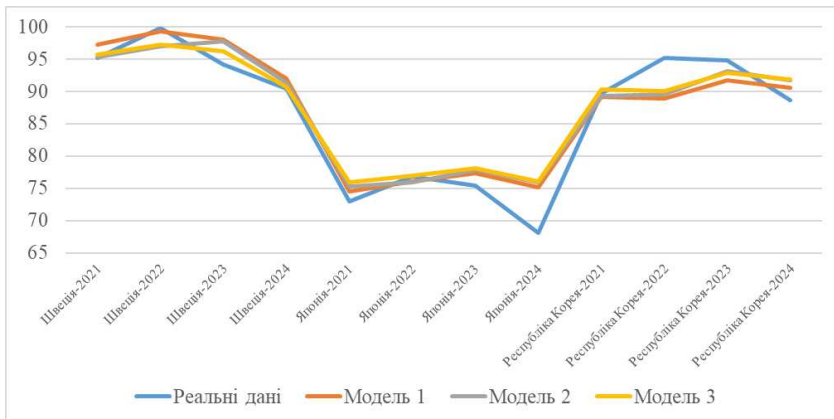


Рис. 6. Прогнозування Індексу цифрової конкурентоспроможності країн із тестової вибірки, включно з Республікою Корея

Джерело: побудовано самостійно автором

Зважаючи на результати кількісного та візуального аналізів ефективності побудованих прогнозних моделей, можемо зробити висновок щодо адекватності застосованого методологічного підходу до моделювання цифрової зрілості Республіки Корея, який полягає в кластеризації країн світу за показниками цифрового розвитку та подальшому прогнозуванні *Індексу цифрової конкурентоспроможності* на даних країн, що потрапили до одного кластеру з Республікою Корея.

Висновки. Дослідження індексів цифрової економіки, які були розроблені провідними міжнародними організаціями та науководослідними інститутами, підтверджує високий рівень цифрової зрілості Республіки Корея. У 2023 році в *Глобальному індексі знань* вона посіла 17 місце з-поміж 133 країн; у *Глобальному індексі інновацій* – 10 місце з-поміж 132 країн; в *Індексі розвитку ІКТ* – 15 місце з-поміж 169 країн; у *Світовому рейтингу цифрової конкурентоспроможності* – 6 місце з-поміж 64 країн; в *Індексі мережевої готовності* – 7 місце серед 134 країн; у *Глобальному індексі кібербезпеки* у 2024 році Республіка Корея здобула 1 місце з-поміж 194 країн. Зазначені індекси цифрової економіки комплексно характеризують Республіку Корея за рівнем розвитку ІКТ, людського капіталу, цифрової інфраструктури, фінансового ресурсу, вищої освіти, доступу до технологій, бізнес-середовища, державної політики та інших важливих складників.

Загалом, лідерські позиції в індексах цифрової економіки займають розвинені країни з високим рівнем ВВП на душу населення переважно Європейського та Північно-Американського континентів. З-поміж провідних цифрових країн-лідерів з великими економіками можна виокремити США, Японію, Німеччину, Великобританію, Республіку Корея та Швейцарію. Високі рейтинги в індексах цифрової економіки займають скандинавські країни та дрібні офшорні країни-території з невеликою кількістю населення (Люксембург, Сінгапур, Кіпр). Значного прогресу у наведених індексах за останні п'ять років досягла низка країн Близького Сходу (ОАЕ, Саудівська Аравія, Катар, Бахрейн). Економіки

досліджуваних країн, що ґрунтуються на економіці знань, ДіР, інноваціях, передових технологіях Індустрії 4.0, зможуть реалізувати конкурентні переваги в глобальній цифровій економіці, забезпечуючи їм довготривале економічне зростання та високий рівень ВВП на душу населення.

Доцільність проведення кластеризації аргументована тим, що часові проміжки спостережень за показниками цифрової зрілості окремих країн є досить короткими. До того ж, з глобальною пандемією COVID-19 процеси цифровізації в усіх країнах почали стрімко розвиватись і видозмінюватись, що призвело до нерелевантності попередніх тенденцій нинішнім умовам. Тому, щоб не закладати в набір даних попередні закономірності розвитку цифрової зрілості країн світу, до загальної бази даних ми взяли спостереження, починаючи з 2020 року. Зрозуміло, що на декількох роках спостережень за окремою країною неможливо побудувати адекватну модель, тим більше протестувати її. Відповідно, у межах запропонованого методологічного підходу здійснюється кластеризація країн світу за набором ознак, що мають значення в контексті досліджуваної проблеми, для формування окремих груп країн, гомогенних між собою за даними показниками. Це забезпечило можливість побудови прогнозних моделей дослідження цифрової зрілості Республіки Корея на даних тих країн, що потрапили з нею до одного кластера. Побудовані таким чином моделі прогнозування *Індексу цифрової конкурентоспроможності* продемонстрували високу ефективність та, відповідно, підтвердили адекватність методологічного підходу і можливість його прикладного застосування для моделювання цифрової зрілості Республіки Корея.

Список використаних джерел

1. Петько С. М. Республіка Корея в індексах цифрової економіки. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2022. Вип. 1 (01). С. 66–73. DOI: 66–73. <https://doi.org/10.32782/dees.1-11>
2. Петько С. М. Цифровий прорив Республіки Корея у сфері державного урядування. *Економіка та суспільство*. 2022. Вип. 42.

URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1660/1597> (дата звернення: 10.04.2025).

3. Androniceanu A., Georgescu I., Kinnunen J. Digitalization Clusters within the European Union. *Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference (Granada, Spain 10–11 April, 2019)*. IBIMA. Spain. 2019, P. 1321–1331. URL: <https://ibima.org/accepted-paper/digitalization-clusters-within-the-european-union/> (Last accessed: 10.04.2025).

4. Global Innovation Index 2023: Innovation in the face of uncertainty. 16th edition / Editors : S. Dutta, B. Lanvin, L. Rivera León, S. Wunsch-Vincent // World Intellectual Property Organization (WIPO). Geneva : WIPO. 2023. 250 p. DOI: 10.34667/tind.48220

5. Global Knowledge Index 2023 / The United Nations Development Programme Regional Bureau for Arab States, Mohammed Bin Rashid Al Maktoum Knowledge Foundation. Printed at Al Ghurair Dubai, UAE. 2023. 470 p.

6. Human Development Index (HDI) 1990–2022 / Human Development Reports. United Nations Development Programme. URL: <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI> (Last accessed: 10.04.2025).

7. IMD World Digital Competitiveness Ranking 2024 / Institute for Management Development. Switzerland, Lausanne. 2024. 214 p. DOI: <https://imd.widen.net/s/xvhldkrrkw/20241111-wcc-digital-report-2024-wip>

8. International Institute for Management Development (IMD). Swiss-based foundation. Official Site. Lausanne. URL: <https://www.imd.org> (Last accessed: 10.04.2025).

9. International Monetary Fund Data Portal. URL: <https://www.imf.org/en/Data> (Last accessed: 10.04.2025).

10. Ivashchenko K., Matviychuk A. Cluster Modelling of Labour Resources Employment in the Context of Globalisation. *International Economic Policy*. 2023. No. 2 (39). P. 164–192. DOI: <https://doi.org/10.33111/iep.eng.2023.39.08>

11. Kohonen T. Self-Organizing Maps. 3rd Edition. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 2001. 501 p.
12. Kolot A., Herasymenko O., Shevchenko A., Ryabokon I. Employment in the coordinates of digital economy: current trends and foresight trajectories. *Neuro-Fuzzy Modeling Techniques in Economics*. 2022. No. 11. P. 78–123. DOI: <http://doi.org/10.33111/nfmte.2022.078>
13. Lukianenko D. H., Matviychuk A. V., Lukianenko L. I., Dvornyk I. V. University competitiveness in the knowledge economy: a Kohonen map approach. *CEUR Workshop Proceedings*. 2023. Vol. 3465. P. 236–250. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3465/paper23.pdf> (Last accessed: 10.04.2025).
14. Lukianenko D., Simakhova A. Artificial Intelligence in the Scientific and Technological Paradigm of Global Economy. *Problemy Ekorozwoju*. 2024. No. 19 (2). P. 55–65. DOI: <https://doi.org/10.35784/preko.6256>
15. Matviychuk A., Lukianenko O., Miroshnychenko I. Neuro-fuzzy model of country's investment potential assessment. *Fuzzy Economic Review*. 2019. Vol. 24. No. 2. P. 65–88. DOI: <https://doi.org/10.25102/fer.2019.02.04>
16. Pernici A., Stancu S. Performing Different Clustering Methods for Mapping the European Union Member States using Green Energy, Digitalization, and R&D Indicators. In K. Arai (Eds). *Lecture Notes in Networks and Systems*. Vol. 739. *Intelligent Computing* (SAI 2023). 2023. P. 440–461. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-37963-5_31
17. Poznyak S., Kolyada Y. Comparative analysis of the effectiveness of dimensionality reduction algorithms and clustering methods on the problem of modelling economic growth. *Neuro-Fuzzy Modeling Techniques in Economics*. 2023. No. 12. P. 67–110. DOI: <http://doi.org/10.33111/nfmte.2023.067>
18. The Network Readiness Index 2023. Trust in a Network Society: A crisis of the digital age? 5th edition / Editors : S. Dutta, B. Lanvin / Portulans Institute / 2023. 284 p.
19. The World Bank. Individuals using the Internet. URL: https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS?most_recent_value_desc=true (Last accessed: 10.04.2025).

20. The World Bank Open Data. URL: <https://data.worldbank.org> (Last accessed: 10.04.2025).

21. The World by Income and Region / The World Bank. URL: <https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/the-world-by-income-and-region.html> (Last accessed: 10.04.2025).

22. United Nations E-Government Survey 2024. Accelerating Digital Transformation for Sustainable Development (with the addendum on Artificial Intelligence) / Department of Economic and Social Affairs. *United Nations. New York*. 2024. 205 p.

23. Velykoivanenko H., Korchynskyi V. Application of Clustering in the Dimensionality Reduction Algorithms for Separation of Financial Status of Commercial Banks in Ukraine. *Universal Journal of Accounting and Finance*. 2022. No. 10 (1). P. 148–160. DOI: <http://doi.org/10.13189/ujaf.2022.100116>

24. World Investment Report 2024. Investment facilitation and digital government / United Nations. United Nations Conference on Trade and Development. New York (USA). 2024. 189 p.

25. Yanzhi Zhang, Guoping Zhuang, Haiyang Lv., Qinghua Li. Research on Adaptive Intelligent Decision Algorithm in Industry 4.0 Digital Economy and Management Transformation Based on Clustering Algorithm. *Tehnički vjesnik*. 2024. No. 31 (3). P. 870–880. DOI: <https://doi.org/10.17559/TV-20231205001174>

РУДЕНКО Юлія Олександрівна,

доктор педагогічних наук, доцентка,
доцентка кафедри кібернетики та інформатики,
Сумський національний аграрний університет,
м. Суми, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3162-1216>

ПІВТОРАЙКО Віктор Володимирович,

доктор філософії (PhD), старший викладач кафедри
захисту рослин ім. доц. Мішньова А. К.,
Сумський національний аграрний університет,
м. Суми, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0179-8646>

АГАДЖАНОВА Світлана Володимирівна,

кандидат технічних наук, доцентка,
завідувачка кафедри кібернетики та інформатики,
Сумський національний аграрний університет,
м. Суми, Україна

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0486-3511>

1.2. АНАЛІЗ АГРОНОМІЧНИХ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ORANGE DATA MINING: ІНСТРУМЕНТИ ТА МЕТОДИ ДЛЯ АГРОБІЗНЕСУ

Вступ. Зростання світових потреб у продуктах харчування та посилення впливу кліматичних змін на сільське господарство вимагають переходу аграрних підприємства до точного землеробства, яке базується на аналізі великих даних та побудові математичних моделей для оцінки впливу різних факторів на врожайність культур. Структуровані і неструктуровані інформаційні масиви потребують цифрових методів автоматизації та аналітики, тому у сучасному аграрному бізнесі аналітика даних набуває ключового значення. Завдяки цифровим аналітичним платформам працівники агропідприємств можуть приймати обґрунтовані рішення щодо посівів, удобрення, зрошення тощо. Саме для таких завдань

розроблена безкоштовна візуальна платформа Orange Data Mining, яка дає змогу аналізувати великі обсяги аграрних даних без спеціалізованих знань програмування.

Виклад основних результатів дослідження. Український агробізнес, як і вся світова агрономічна спільнота, активно впроваджують сучасні IT-рішення та технології у агрономічну сферу для підвищення продуктивності, якості врожайності, контролю та управлінню агрономічними процесами. Чисельна кількість наукових праць, присвячених дослідженню ефективності інформаційних систем у сільському господарстві підтверджують таке твердження.

Серед іноземних доробків акцентуємо увагу на праці групи авторів [8], які розглядають розробку ефективного сховища даних для прогнозування врожайності сільськогосподарських культур, використовуючи сучасні інформаційні та комунікаційні технології. Вчені наголошують, що до головних ресурсів агробізнесу, як-то земля, праця, техніка, будівлі, сорти культур та породи тварин додається важливий ресурс – інформація. Інноваційну масштабовану систему машинного навчання для прогнозування врожайності сільськогосподарських культур до початку сезону, без використання даних NDVI пропонують для впровадження Р. Канха та інші [6]. Автоматизовану систему зрошення, що базується на штучному інтелекті та Інтернеті речей (IoT) описано в [7].

Відповідає таким вимогам цифрова платформа для аналітики Orange Data Mining. Її дієвість у різних галузях доведена у вітчизняних [1], [2] і закордонних працях [4], [6]. Так, у науковому доробку Дж. Каладо описано методи аналізу структурованих і неструктурованих даних в державних установах, у праці З. Добезової розглядаються методи інтелектуального аналізу для різних видів фінансових, комерційних завдань. Зважаючи на універсальність і ефективність використання зазначених методів за допомогою інструменту Orange Data Mining доцільно його використання висвітлити і поширити у агрономічній сфері.

У підтвердження такої думки нами було проведено опитування працівників аграрного сектору (аграрні підприємства Сумської

області), яке дозволило з'ясувати стан аналітичної роботи, її особливості та потреби у аналітичних сервісах. Кількість опитаних – 43.

Респонденти зазначили, що у повсякденній роботі вони аналізують такі дані: врожайність, стан ґрунту, погодні умови, кількість та якість добрив, фінансові показники та інше. Дані для аналізу збираються щодня, але здебільшого опрацьовуються за допомогою офісних програм без застосування спеціалізованих сервісів (69 %). На запитання «Як би Ви оцінили поточний рівень цифровізації вашого господарства?» (1 – повністю ручний збір даних, 5 – повна автоматизація) середня оцінка склала 2,3 бали. Водночас, майже 100 % працівників агросфери зазначили, що потребують цифрових аналітичних інструментів і додаткових знань та навичок у їх застосуванні.

Тому вважаємо актуальним розглянути універсальні цифрові сервіси, що дозволяють здійснювати аналіз даних в агрономічній сфері.

Спираємося на визначення аналізу даних, як поєднання математичних алгоритмів і сучасних досягнень у сфері інформаційних технологій, що дає змогу видобувати цінну інформацію з наявних даних і приймати обґрунтовані, ефективні рішення [11]. Основні задачі, що вирішуються за допомогою аналізу даних в агробізнесі, охоплюють широкий спектр завдань, спрямованих на підвищення ефективності виробництва, оптимізацію ресурсів та зниження ризиків. Зокрема, вирішуються задачі класифікації (виявлення ознак, за якими можна класифікувати культури, типи ґрунтів, рівень врожайності, стан рослин тощо); кластеризації (групування схожих об'єктів для застосування спільних агротехнічних підходів або стратегій вирощування); асоціації (знаходження залежностей між аграрними процесами і результатами); прогнозування (оцінка і прогноз майбутньої врожайності, попит на продукцію, оптимальні строки сівби, захисту рослин або збирання урожаю на основі історичних і поточних даних).

Сьогодні на IT-ринку представлений широкий спектр цифрових платформ для реалізації зазначених завдань. Серед них платформи KNIME, Orange, WEKA та інші. Вибір конкретного

інструменту залежить від типу і обсягу даних, цілей аналізу, вимог користувача, а також вартості та функціональних можливостей програмного забезпечення. Для працівників агрономічної сфери особливо важливими є відкритість коду, зручність у використанні та наочність.

Саме ці переваги поєднує у собі платформа Orange Data Mining, розроблена у Люблянському університеті (Словенія) в лабораторії біоінформатики [10]. Цифровий інструмент Orange призначено для візуальної аналітики та роботи з даними. Він містить аналітичні інструменти та методи машинного навчання. Його основна мета – зробити складні методи аналізу доступними для користувачів без глибоких знань у програмуванні чи статистиці. Orange побудований на базі мови програмування Python, що дозволяє комбінувати візуальне програмування з написанням власного коду для реалізації складніших аналітичних сценаріїв. Також Orange може працювати як бібліотека в Python, що дає змогу імпортувати його функціональність безпосередньо у власні Python-проекти [9].

Інтерфейс Orange має вигляд полотна (Canvas), на яке користувач розміщує віджети (окремі модулі, що виконують певні функції у межах робочого процесу), будуючи логічний ланцюжок для аналізу даних (рис. 1). Основні вбудовані категорії віджетів: Data – завантаження, фільтрація та обробка даних, доступ до навчальних наборів; Transform – перетворення таблиць з даними, Visualize – інструменти для візуалізації одновимірних та багатовимірних даних, Evaluate – методи оцінки моделей, Model – алгоритми аналізу даних; Unsupervised – машинне навчання.

У разі потреби до платформи Orange можуть бути додані додаткові віджети для аналізу даних, зокрема Associate, Image Analytics, Network, Text Mining, Time Series та інші [9; 10]. Користувач має змогу інтерактивно працювати з візуалізаціями, а також поєднувати вибрані дані між різними віджетами.

Для агрономічної галузі характерне інтенсивне накопичення інформаційних масивів, тому сервіс Orange Data Mining може суттєво допомагати у їх аналізі. Наведемо алгоритми аналізу і типові завдання, які можна вирішувати за їх допомогою у середовищі сервісу.

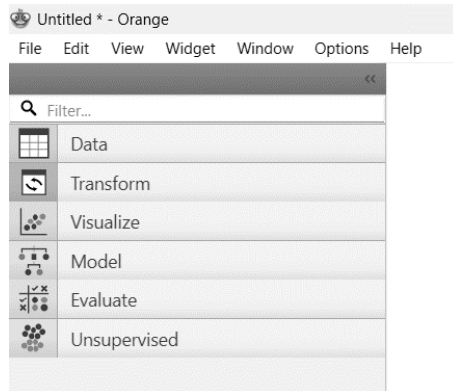


Рис. 1. Модулі платформи Orange Data Mining

Джерело: авторська розробка

Алгоритми кластеризації. Для алгоритмів кластеризації в Orange Data Mining призначені вбудовані віджети K-Means, Hierarchical Clustering, DBSCAN, Silhouette Plot, t-SNE, Data Table, Scatter Plot. Ці віджети дозволяють виконувати повний цикл клас-теризації: від підготовки даних, вибору алгоритму, навчання моделі, до оцінки якості та візуалізації результатів [9]. Серед задач, що вирі-шуються в агрономії за допомогою кластеризації виокремимо:

- групування господарств (ділянок), за рівнем продуктив-ності (врожайності) для цілеспрямованого розподілу ресурсів;
- об'єднання територій за рівнем забруднення, пошкоджень від бойових дій або кліматичних умов (дослідження зі супутнико-вими даними);
- кластеризація агропідприємств за географічною близькістю для скорочення витрат на транспортування.

Алгоритми класифікації. Для алгоритмів класифікації в Orange Data Mining застосовуються віджети Logistic Regression, Random Forest, Neural Network, Tree та інші. За їх допомогою можна вирі-шити такі типові задачі:

- розпізнавання типів ґрунтів або культур для автоматизації аналізу даних про ґрунт;

- класифікація продукції до категорій якості;
- класифікація зерна, овочів за ступенем дозрівання, розміром, наявністю дефектів;
- аналіз зображень листя або плодів для виявлення ознак захворювань та пошкоджень фітофагами;
- прогнозування і оцінка ризиків від пошкодження чи ураження рослин шкідливими організмами на основі погодних умов, фітосанітарного стану агроценозу та історії застосування захисних заходів;
- прогнозування і оцінка врожайності залежно від типу та стану ґрунту, кліматичних умов тощо;
- аналіз впливу норм добрив на продуктивність рослин;
- класифікація територій на придатність до вирощування певних видів сільськогосподарських культур.

Поєднання алгоритмів дозволяє всебічно аналізувати дані і приймати обґрунтовані рішення. Наприклад, кластеризація + прогнозування дозволяє згрупувати ділянки за рівнем врожайності з подальшим прогнозуванням їх використання; логістична регресія + класифікація може допомогти визначити ймовірність ураження фітопатогенами та пошкодження комахами-фітофагами (логістична регресія) з подальшою класифікацією типів шкідливих організмів.

Платформа підтримує імпорт даних у різних форматах, зокрема .csv та .xls і забезпечує автоматизує збір і обробку даних, формування звітів у вигляді таблиць та графіків. Типовий покроковий процес, що дозволяє проводити аналітичні дослідження:

1. Імпорт даних. Orange підтримує завантаження даних із різних джерел і форматів (CSV, Excel, бази даних, веб-ресурси), що дозволяє агропідприємствам імпортувати дані про добрива, врожайність, погодні умови тощо.

2. Попередня обробка даних. За допомогою вбудованих інструментів платформи можна автоматично очищувати дані, заповнювати пропуски, нормалізувати показники, а також трансформувати їх у потрібний формат для аналізу.

3. Аналіз і візуалізація. Orange має модулі для статистичного аналізу, кластеризації, прогнозування та машинного навчання, які дозволяють виявляти закономірності і тренди у даних. Результати аналізу можна виводити у вигляді інтерактивних таблиць, графіків і діаграм.

4. Автоматичне формування звітів. Платформа дозволяє налаштувати шаблони звітів, які автоматично оновлюються при зміні вхідних даних. Звіти можуть містити таблиці з ключовими показниками, порівняннями, відсотковими змінами, що полегшує прийняття рішень.

5. Інтерактивність і адаптивність. Користувачі можуть самостійно фільтрувати і сортувати дані у таблицях, змінювати параметри аналізу в реальному часі, що робить процес прийняття рішень більш гнучким і оперативним.

6. Експорт і інтеграція. Звіти і таблиці можна експортувати у популярні формати (Excel, PDF) для подальшого використання або інтегрувати з іншими системами управління агробізнесом.

Продемонструємо застосування платформи на прикладі Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Здійснимо розв'язування задачі щодо прогнозування врожайності культурних рослин та моделювання її залежностей від впливу певних кліматичних умов, стану ґрунту, типу ділянки тощо. Поставлену задачу буде вирішено за допомогою лінійної регресії, оскільки цей метод дозволяє кількісно оцінити вплив кожного фактора на цільову змінну (врожайність), забезпечує простоту інтерпретації результатів та є оптимальним вибором для початкового аналізу лінійних взаємозв'язків між параметрами. У дослідженні використано базу даних науково-дослідного інституту, яка містить багаторічні відомості про урожайність та сортові характеристики деяких сільськогосподарських культур. Дані подано у форматі електронної таблиці з розширенням «.xlsx», яка включає 89 рядків та 6 стовпчиків. Файл охоплює статистичну інформацію за період 2021–2024 років.

У табл. 1 представлено кроки вирішення завдання та віджети, що дозволяють їх реалізувати.

Таблиця 1

**Алгоритм вирішення завдання
лінійної регресії на платформі Orange**

Крок	Дія	Віджети
1	Завантаження даних у Orange (файл. csv або. xlsx).	File
2	Налаштування цільової змінної («Врожайність»).	Edit Domain
3	Аналіз даних (виявлення пропущених значень, структурування даних).	Data Table, Distributions, Box Plot
4	Вибір моделі лінійної регресії.	Linear Regression
5	Оцінка точності для автоматичного поділу даних (cross-validation).	Test & Score
6	Прогнозування для перегляду передбаченої врожайності.	Predictions
7	Аналіз результатів, візуалізація прогнозованих значень.	Scatter Plot, Line Plot, Data Table

Джерело: авторська розробка

Модель застосування віджетів відповідно до наведеного у таблиці алгоритму представлена на рис. 2.

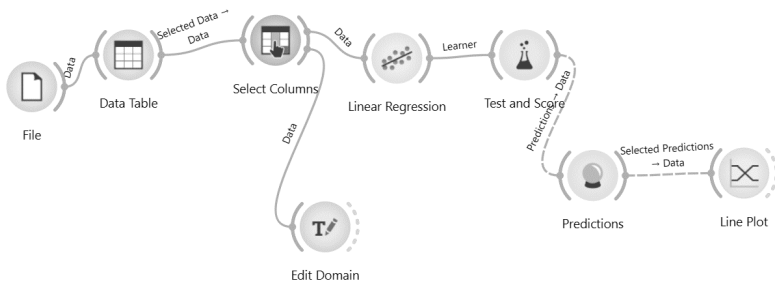


Рис. 2. Модель з віджетів для лінійної регресії

Джерело: авторська розробка

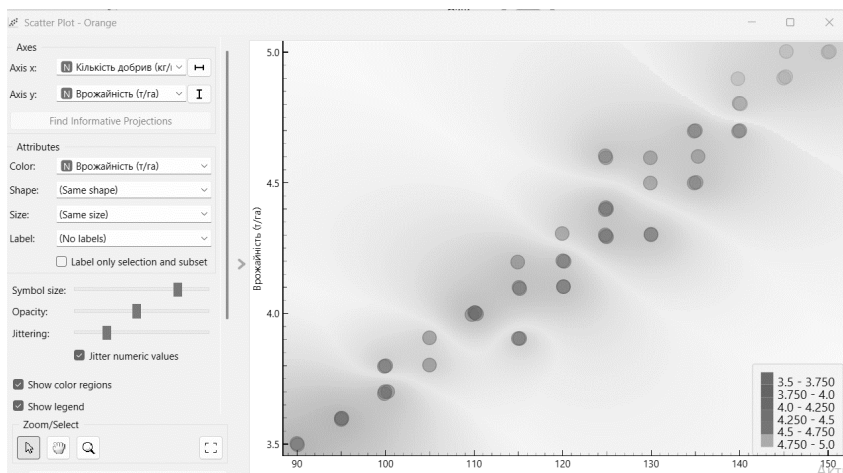


Рис. 3. Віджет Scatter Plot для візуалізації моделі

Джерело: авторська розробка

Кожний віджет дозволяє переглянути і інтерпретувати поточний крок регресійного аналізу, а віджет Scatter Plot візуалізувати результат (рис. 3).

Наведемо приклад вирішення завдання класифікації культур за сортовими ознаками. Аналогічно попередньому завданню завантажеться база даних, яка містить типові ознаки, що впливають на класифікацію сортів і аналізується за алгоритмом наведеним у табл. 2.

Практика застосування платформи Orange Data Mining була позитивно схвалена працівниками Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Серед позитивних якостей були вказані: безкоштовне ПЗ, простота встановлення і використання, зручність і інтуїтивність інтерфейсу, можливість опрацьовувати великі інформаційні масиви, швидкість опанування інструментарієм, наочність і візуалізаціям, ґрунтовний інструментарій для аналітики, який не потребує додаткового знання програмування.

Модель застосування віджетів відповідно до наведеного у таблиці алгоритму представлена на рис. 4.

Таблиця 2

**Алгоритм вирішення завдання
класифікації на платформі Orange**

Крок	Дія	Віджети
1	Завантаження даних у Orange (файл .csv або .xlsx).	File
2	Налаштування цільової змінної («Сорт»).	Edit Domain
3	Аналіз даних (виявлення пропущених значень, структурування даних).	Data Table, Distributions, Box Plot
4	Вибір і підключення до джерела даних класифікаторів.	Random Forest, kNN, SVM
5	Оцінка точності для автоматичного поділу даних (cross-validation).	Test & Score
6	Аналіз матриці помилок та ROC-кривих.	Confusion Matrix, ROC Analysis
7	Аналіз результатів, візуалізація прогнозованих значень.	Scatter Plot, Line Plot, Data Table, Tree Viewer

Джерело: авторська розробка

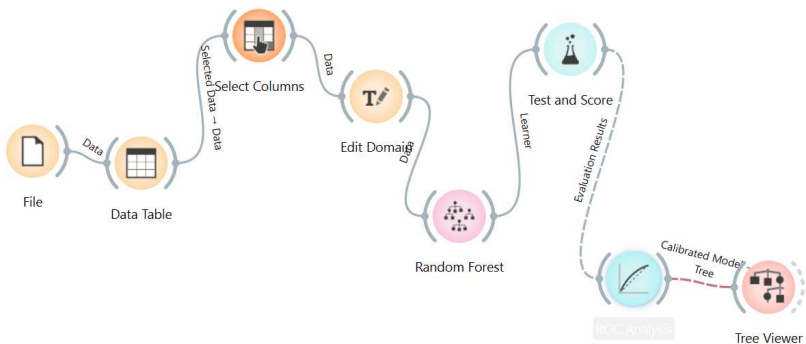


Рис. 4. Модель з віджетів для алгоритму класифікації

Джерело: авторська розробка

Отже, використання платформи Orange Data Mining, завдяки зазначеним перевагам, дозволить агробізнесу зменшити фінансові витрати на спеціалізоване ПЗ з бізнес-аналітики або замовлення аналітичних звітів, підвищити точність управлінських рішень та оперативно адаптуватися до змін (кліматичних, ринкових, політичних).

Висновки. У ході дослідження було обґрунтовано і продемонстровано ефективність використання платформи Orange Data Mining для аналізу агрономічних даних. Описано і схарактеризовано інструменти та методи, що можуть ефективно використовуватись у агробізнесі для вирішення прикладних завдань.

У завданні лінійної регресії було проаналізовано залежності врожайності сільськогосподарських культур від впливу кліматичних факторів. Побудована модель лінійної регресії дозволяє не лише виявляти найбільш впливові чинники, але й здійснити прогноз врожайності на майбутній період. Це відкриває перспективи для оптимізації аграрного виробництва шляхом прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Розглянута у якості прикладу задача класифікації культур за сортовими характеристиками надає можливість візуально та статистично оцінити відмінності між різними сортами за рядом кількісних та якісних ознак. Моделі класифікації, побудовані за допомогою алгоритмів дерева рішень, демонструють високу точність і дозволяють ідентифікувати ключові ознаки, що впливають на класифікацію сортів.

Використання платформи позитивно схвалено працівниками Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Також варто зазначити, що використання Orange як аналітичного інструменту забезпечує доступність аналізу для фахівців без досвіду програмування. Перспективними напрямками досліджень є інтеграція геопросторових і супутникових даних для покращення точності прогнозів, застосування більш складних моделей – нейронних мереж і ансамблевих алгоритмів, моделювання ризиків в умовах кліматичних змін, а також використання платформи

Orange як навчального інструменту в аграрній освіті для формування цифрових навичок.

Список використаних джерел

1. Мала Ю. А., Селівьорстова Т. В., Гуда А. І. Використання технології Orange для інтелектуального аналізу даних в освітній галузі. *System technologies*. 2024. Т. 3. № 152. С. 115–127. DOI: 10.34185/1562-9945-3-152-2024-12
2. Пронін С. В., Сотников А. Д. Використання платформи Orange для аналізу даних. *Вісник ХНАДУ*. 2022. № 99. С. 131–136. DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2022.99.0.131
3. Ahoudou I., Fassinou Hotegni N. V., Adjé, C.O.A. et al. Evaluating logistic regression and geographically weighted logistic regression models for predicting orange-fleshed sweet potato adoption intention in Benin. *Scientific Reports*. 2025. Vol. 15. No. 1. P. 8927. DOI: 10.1038/s41598-025-85173-1
4. Calado J. E. de S., Matias-Pereira J., Costa A. Orange Data Mining: um estudo das informações do relato integrado de universidades federais brasileiras. *Revista do TCU*. 2024. Vol. 154. No. 1. P. 172–193. DOI: 10.69518/rteu.154.172–193
5. Cunha R. L. F., Silva B., Netto M. A. S. A. Scalable Machine Learning System for Pre-Season Agriculture Yield Forecast. *Materials of the 2018 IEEE 14th International Conference on e-Science (e-Science)* (Amsterdam, 29 Oct – 1 Nov 2018). Amsterdam: The Netherlands. 2018. P. 423–430. DOI: 10.1109/escience.2018.00131
6. Dobešová Z. ORANGE: praktický návod do cvičení předmětu Data mining. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci. 2022. P. 119. DOI: 10.5507/prf.22.24460864
7. Fonseca da E. P. R., Caldeira E., Filho H. S. R., Oliveiraa e L. B., Pereira A. C. M., Vilela P. S. Agro 4.0: A data science-based information system for sustainable agroecosystem management. *Simulation Modelling Practice and Theory*. 2020. Vol. 102. No. 1. P. 102068. DOI: 10.1016/j.simpat.2020.102068
8. Kumar K. P., Kumar K. P., Gupta A. D., Johnson K., Michael M. M. Agricultural Crop-Yield Prediction. In: Bukhari S. N. H.

(eds) Data-Driven Farming. New York, Auerbach Publications. 2024. P. 158–177. DOI: 10.1201/9781003485179-9

9. Orange Data Mining Library. URL: <https://orange3.readthedocs.io/projects/orange-data-mining-library> (Last accessed: 10.04.2025).

10. Orange Data Mining. Офіційний сайт платформи. URL: <https://orangedatamining.com> (Last accessed: 12.04.2025).

11. Singh G. A. review on Data Mining: scope and applications in agriculture. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*. 2017. Vol. 8. No. 7. P. 499–502. DOI: 10.26483/ijarcs.v8i7.4307

СЕЙСЕБАЄВА Наталія Григорівна,

к.е.н., доцент, доцент кафедри обліку і оподаткування,
Запорізький національний університет,

м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6496-2554>

СКОРНЯКОВА Юлія Борисівна,

к.е.н., доцент, доцент кафедри обліку і оподаткування,
Запорізький національний університет,

м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8433-0183>

НОВИЦЬКА Ілона Денисівна,

Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна

1.3. ОЦІНКА ЯК ЕЛЕМЕНТ МЕТОДУ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ

Вступ. Оцінка є важливою складовою методу бухгалтерського обліку, адже саме за рахунок процедур оцінки забезпечується вартісне відображення активів, зобов'язань та власного капіталу підприємства в обліку та фінансовій звітності. Без здійснення оцінки об'єктів обліку неможливою є облікова систематизація інформації

про діяльність підприємства та формування його фінансової звітності, що є важливим джерелом інформації для прийняття управлінських рішень як внутрішніми, так і зовнішніми користувачами, зокрема інвесторами, кредиторами та органами державної влади. Протягом тривалої історії розвитку суспільства, економічних відносин і обліку як складової управління економічною діяльністю оцінка як прийом обліку пройшла довгий шлях еволюції, починаючи від простих дій, що здійснювалися у середньовіччі, до сучасних складних підходів, що враховують різноманітні аспекти економічного середовища.

У стародавні часи та в середньовіччі основна мета бухгалтерії полягала у фіксації кількості товарів, грошей та матеріальних цінностей, однак із розвитком торгівлі та економічних відносин виникла потреба в більш точному визначенні вартості активів, що зумовило необхідність вдосконалення методів оцінки. З часом, із ускладненням економічних процесів, оцінка стала важливою не лише для фіксації вартості матеріальних ресурсів, а й для відображення вартості складніших з точки зору оцінки об'єктів обліку, таких як нематеріальні активи, біологічні активи, фінансові інвестиції та зобов'язання.

У XX сторіччі з розвитком міжнародних економічних відносин і глобалізацією ринків оцінка активів як важливий елемент методу бухгалтерського обліку набуває принципового значення в площині визначення фінансової стабільності підприємств та держав. Саме тому виникла потреба та відповідно було розроблено низку міжнародних стандартів, що унормовували процес оцінки та встановлювали єдині принципи для застосування методів оцінки активів. Це певним чином дозволило підвищити прозорість фінансової звітності, забезпечити порівнянність результатів діяльності підприємств у різних країнах та посилити довіру до фінансової інформації.

Облікові методи оцінки сьогодні це оцінка за історичною (фактичною) собівартістю, оцінка за справедливою вартістю, амортизована вартість та інші підходи, що застосовуються в залежності

від типу активів, зобов'язань або інших облікових об'єктів. Наприклад, історична (фактична) собівартість є основою для оцінки більшості основних засобів, а оцінка за справедливою вартістю є актуальною для фінансових активів і ринкових інструментів, вартість яких зазнає регулярних коливань на активних фінансових ринках. Вибір конкретного методу оцінки залежить від характеру активів та відповідних господарських операцій, а також від вимог нормативних документів, що регулюють облік, і обраної конкретним підприємством облікової політики.

Значення оцінки в сучасному бухгалтерському обліку переоцінити практично не можливо. Разом із принципом подвійного запису саме метод оцінки формує методологію обліку. Варто розуміти, що процедури оцінки за умови дотримання принципу подвійного запису впливають не лише на визнану в обліку та фінансовій звітності вартість активів і розмір зобов'язань, а й на розмір змін власного капіталу за рахунок господарської діяльності підприємства, насамперед на розмір фінансових результатів (прибутку або збитків) за окремі звітні періоди. Таким чином процедури оцінки, що здійснюються із дотриманням вимог нормативних документів та обраної підприємством облікової політики, впливають на показники фінансової звітності щодо вартості активів, розміру власного капіталу та зобов'язань, а також щодо фінансових результатів діяльності за окремі звітні періоди. На підставі показників фінансової звітності приймаються рішення різними економічними суб'єктами, що мають іноді протилежні фінансові інтереси. Саме тому важливо прагнути до того, щоб оцінка, яка за своєю сутнісною природою є процедурою суб'єктивною (не об'єктивною), як елемент методу бухгалтерського обліку не була інструментом фінансових маніпуляцій та шахрайства, а відповідала меті ведення бухгалтерського обліку та складання фінансової звітності, яку Закон України від 16.07.1999. № 996-XIV «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» визначає як «надання користувачам для прийняття рішень повної, правдивої та неупередженої інформації про фінансовий стан та результати діяльності підприємства» [1].

Виклад основного матеріалу дослідження. Історія оцінки як елементу обліку має глибоке коріння і починається з перших цивілізацій. Так, вже у Стародавньому Єгипті та Месопотамії приділяли увагу обліку ресурсів та товарів, однак оцінка їх вартості не була стандартизованою і мало враховувала економічні умови. Перші спроби оцінки майна та товарів з'являються в Римській імперії, де вартість стає важливим елементом фінансових, і зокрема податкових, відносин. Цікаво, що у дисертаційному дослідженні, присвяченому оцінці в бухгалтерському обліку, Н. М. Малюга зазначає, що «проблеми визначення оцінки виникли ще за часів системи облікових реєстрів давньоримської імперії» [2, с. 11].

У середньовіччі в Італії, зокрема, виникає система подвійного запису, що дає новий поштовх для розвитку методів оцінки. Лука Пачолі в XV сторіччі описав принципи обліку, включаючи оцінку активів і пасивів, однак оцінка в той період була здебільшого статичною і не враховувала змін економічних факторів.

Досліджуючи еволюцію оцінки як елементу методу бухгалтерського обліку, Є. В. Слущкий розглядає шість історичних етапів. З яких перший пов'язаний «з виникненням оцінки в товарах – загальних еквівалентах, другий – з появою оцінки в грошовому вимірі, третій – з розповсюдженням оцінки в грошовому вимірі на всі об'єкти обліку, четвертий – з виникненням перших реалістичних способів обґрунтування вибору застосування оцінки, п'ятий – з формуванням теорії оцінки, шостий – з виникненням нової парадигми обліку – справедливої вартості» [3, с. 237].

На нашу думку, реальна історія розвитку оцінки як елементу методу бухгалтерського обліку починається із розповсюдженням обліку із дотриманням принципу подвійного запису і може бути представлена кількома основними етапами (табл. 1).

Різні економічні школи значно вплинули на розвиток методів оцінки, що використовуються в бухгалтерському обліку. Класична школа, заснована на ідеях Адама Сміта, передбачала оцінку товарів і активів через витрати праці та природних ресурсів. Ідеї теорії граничної корисності (маржиналізму) сприяли вдосконаленню

ідентифікації оцінки як елементу методу бухгалтерського обліку за рахунок ціннісного підходу до розуміння сутності оцінки. Кейн-сіанство та неокласична школа акцентували увагу на ринкових умовах та попиті на активи як товари, що також знайшло відображення в методах оцінки.

На увагу заслуговують і певні національні риси розвитку оцінки у бухгалтерських системах різних країн. Так, у Великій Британії в XIX сторіччі через розвиток індустріалізації активно вдосконалювалась оцінка активів із орієнтацією на ринкову вартість нерухомості та промислових підприємств. Саме тоді з'явилися перші національні стандарти бухгалтерського обліку, що забезпечило більшу точність у визначенні вартості активів. В Німеччині у XIX сторіччі через стабільність економічної системи застосовували методи оцінки, орієнтуючись на стабільність вартості підприємств. Завдяки тому з'явилися спеціальні правила оцінки для довгострокових активів (зокрема розвивався та вдосконалювався механізм амортизації активів), які були потрібні для великих підприємств та індустріальних компаній. У США активний розвиток корпоративної бухгалтерії в XX сторіччі вимагав впровадження нових методів оцінки для фінансових інструментів і активів. Показово, що оцінка на основі справедливої вартості стала популярною після Великої депресії і активно застосовувалась для банківських і фондових ринків.

У сучасних умовах оцінка є невід'ємною складовою методології бухгалтерського обліку, що забезпечує точність та достовірність фінансової звітності. Протягом історії бухгалтерського обліку методи оцінки зазнали значних змін, розвинувшись від простих оцінок витрат до складних методів, що враховують актуальні ринкові умови. Поява та розповсюдження міжнародних стандартів обліку та фінансової звітності та глобалізація фінансових ринків сприяли появі більш універсальних і точних методів оцінки, таких як оцінка за справедливою вартістю. Історичний контекст та вплив різних економічних шкіл допомогли сформувати сучасні підходи до оцінки в бухгалтерському обліку, що є важливими для розвитку світової економіки.

Таблиця 1

**Основні етапи становлення оцінки
як елементу методу бухгалтерського обліку**

Етап розвитку	Опис
XV–XVII сторіччя	Ранні форми бухгалтерії в Італії, що передбачали ведення обліку із дотриманням принципу подвійного запису; оцінка активів була спрощеною і базувалася на витратах на виробництво та придбання.
XVIII сторіччя	Початок індустріалізації і створення підприємств, що вимагали нових підходів до оцінки активів; розвиток принципів оцінки, які враховували витрати на виробництво та придбання товарів, поява процедури амортизації із поступовим зменшенням залишкової вартості активів тривалого використання.
XIX сторіччя	З розвитком капіталістичних відносин в Європі та Північній Америці з’являються нові підходи до оцінки активів; оцінка починає включати ринкову вартість і витрати на створення підприємств.
XX сторіччя	Стандартизація оцінки в бухгалтерії через міжнародні бухгалтерські стандарти (МСФЗ); введення принципу справедливої вартості і більш складних методів оцінки.
XXI сторіччя	Глобалізація та цифровізація бухгалтерії призводить до нових підходів у використанні ринкових цін для оцінки активів і зобов’язань.

Джерело: розроблено авторами

Ідентифікація оцінки як елемента методу бухгалтерського обліку для сучасної економічної науки не є питанням однозначним. Коротко оцінку в бухгалтерському обліку можна, на нашу думку, визначити як процес грошового вимірювання або визначення вартості активів, зобов’язань і власного капіталу, що відображаються

в обліку та фінансовій звітності. Тобто йдеться про вимірювання, але маємо розуміти, що вартість на відміну від довжини чи ваги є категорією суспільною (а не фізичною), тому її визначення (оцінка) є процесом суб'єктивним (не об'єктивним) за суттю. Це в математиці, яка є наукою ідеальною, результат рішення від способу рішення не залежить. Облік є наукою суспільною, а тому не є ідеальною. В обліку результат залежить від обраних методів, у тому числі методів оцінки. Вартість є категорією суспільною і відповідно суб'єктивною, саме тому суб'єктивними є і оцінка як вимірювання вартості, і облік, що передбачає систематизацію вартісної оцінки активів, зобов'язань і власного капіталу.

Таким чином все не так просто. Так, у науковій статті В. М. Корягін звертає увагу на те, що професор Цюріхського університету Іоганн Фрідріх Шерр, якого вважаються засновником німецької камеральної бухгалтерії, ще на початку XX сторіччя відмічав, «що проблема оцінки є однією з найважливіших і найскладніших проблем всієї балансової справи. Вищенаведене твердження від обґрунтовував тим, що сам по собі баланс не є самостійним і незалежним рахунком результатів, а його висновки істотно залежать від правильної оцінки майнових об'єктів у кінцевому балансі. Цим самим автор підтверджував можливість вуалювання або маніпулювання фінансовим результатом підприємства з метою представлення необхідної конкретному користувачу фінансової інформації на основі використання різних підходів до оцінки об'єктів обліку» [4]. Цікаво, що думки науковця за сторіччя не втратили актуальності, навпаки розвиток і глобалізація міжнародних економічних і насамперед фінансових відносин на тлі викликів світових фінансових криз першої чверті XXI сторіччя лише підсилює актуальність захисту процедур оцінки від маніпулювання та шахрайства.

Класик вітчизняної облікової науки М. С. Пушкар, характеризуючи оцінку як складову обліку, стверджує, що «оцінка в обліку необхідна для трансформації фактів, виражених в натуральних показниках, в єдиний грошовий вимірник, що забезпечує приведення інформації про різномірні об'єкти у зіставну форму та зміст.

Облікова оцінка дозволяє узгодити цілі підприємства і домовленості між державою і бізнесом, дозволяючи знаходити величину фінансового результату, який обкладається податком і формує доходну частину бюджету» [5, с. 281–282]. У розвиток наведеної тези варто зазначити, що, на нашу думку, якісна оцінка в обліку, зважаючи на її суб'єктивність, має бути певним компромісом інтересів зацікавлених користувачів облікової інформації. І йдеться не лише про компроміс інтересів бізнесу як платника податків і держави, адже компроміс потрібен і в площині взаємовідносин власників підприємства і найманого менеджменту, в площині взаємовідносин підприємства і його кредиторів тощо.

Супрунова І. В., акцентуючи увагу на тому, що «поєднання теоретичних основ трудової (класичної) теорії вартості та теорії граничної корисності (маржиналізму) сприятиме удосконаленню трактування оцінки в бухгалтерському обліку за рахунок врахування не лише витратного, але й ціннісного підходу до розуміння сутності оцінки» [6, с. 485], пропонує «трактувати оцінку в бухгалтерському обліку як елемент методу бухгалтерського обліку, який виражає вартість об'єктів бухгалтерського обліку, процесів та явищ, що виникають на підприємстві, у грошовому вимірнику або виражає думку про цінність об'єкта, що здійснюється суб'єктом оцінки, який має відповідні повноваження та рівень компетенції» [6, с. 485]. Дещо інший аспект оцінки як елементу методу бухгалтерського обліку акцентується у визначенні Л. Г. Ловинської, яка звертає увагу на визначне значення оцінки у управлінні підприємством і відповідно визначає оцінку як складову «методу бухгалтерського обліку, за допомогою якої здійснюється вимірювання вартості об'єктів бухгалтерського обліку, створення якісних характеристик обліково-аналітичної інформації й інформації забезпечення аналізу фінансового стану підприємства й ефективності його менеджменту» [7, с. 15]. Цікавий аспект ідентифікації сутності оцінки розкриває О. В. Фоміна, зазначаючи, що «оцінка – це процес систематизованого вивчення і узагальнення професійних думок про вірогідність настання несприятливих умов або

подій» [8, с. 67], пояснюючи таким чином саме майбутньою невизначеністю, тобто ризиками, суб'єктивність оцінки сьогодні, адже вона спрямована у майбутнє, яке завжди невизначене, а одним із принципів бухгалтерського обліку є безперервність, тобто «оцінка активів та зобов'язань підприємства здійснюється виходячи з припущення, що діяльність буде тривати й надалі» [1].

Підсумовуючи дослідження сутності та значення оцінки як елементу методу бухгалтерського обліку, варто також навести думку В. М. Корягіна, який стверджує, що «здійснення оцінки об'єктів бухгалтерського обліку є однією із найважливіших передумов для формування достовірної і релевантної інформації системою бухгалтерського обліку, а знання її фундаментальних концептуальних основ дозволяє розуміти користувачам сутність даних і відомостей, що підлягають розкриттю у бухгалтерській звітності, сприяють прийняттю ефективних управлінських рішень» [4].

Додатково варто також зазначити, що оцінка відіграє важливу роль і здійснює принциповий вплив на процес формування та показники фінансової звітності, адже дозволяє:

- визначити реальну вартість активів і зобов'язань на певний момент часу;
- підвищити точність і адекватність визначення фінансових результатів, що дозволяє інвесторам та кредиторам приймати обґрунтовані рішення;
- забезпечити певну прозорості та порівнянність фінансових звітів, що важливо для глобалізованих ринків.

Науковці та практики розрізняють кілька теоретичних підходів до оцінки, залежно від орієнтації на різні аспекти вартості того чи іншого об'єкту обліку:

- вартісний підхід – оцінка проводиться на підставі витрат на придбання або виробництво активу;
- доходний підхід – оцінка базується на потенційному доході, який актив може принести в майбутньому, наприклад, на основі майбутніх грошових потоків, що здатне продукувати використання цього активу;

– ринковий підхід – оцінка визначається на основі ринкових цін або аналізу умов конкурентного середовища.

Кожен з цих підходів має свої переваги та обмеження, що визначаються типом активу або зобов'язання, які підлягають оцінці.

Основними формами оцінки в системі бухгалтерського обліку є:

- первісна оцінка: визначається на основі вартості придбання або витрат на виробництво активів;
- поточна оцінка: здійснюється у процесі експлуатації активів, враховуючи знос і амортизацію;
- оцінка за справедливою вартістю: метод оцінки активів і зобов'язань, який враховує ринкову вартість на момент оцінки.

Важливим у розумінні різних форм оцінки є визначення їх переваг і недоліків (табл. 2).

Таблиця 2

Порівняння форм оцінки в бухгалтерському обліку

Форми оцінки	Принципи оцінки	Переваги	Недоліки
Первісна оцінка	Оцінка активів на основі їх початкової вартості	Проста в застосуванні, стабільна	Не враховує змін економічних умов
Поточна оцінка	Оцінка, що базується на актуальній вартості з урахуванням зносу	Дозволяє точно відображати реальний стан активів	Вимагає регулярного оновлення оцінки
Оцінка за справедливою вартістю	Оцінка активів за їх ринковою вартістю на момент оцінки	Висока точність у визначенні вартості	Залежить від ринкових умов та доступу до необхідної інформації

Джерело: розроблено авторами

Оцінка в бухгалтерському обліку регулюється як національними, так і міжнародними стандартами. В Україні основними нормативними документами є Національні положення (стандарти) бухгалтерського обліку (НП(с)БО), що затверджуються Міністерством фінансів. Водночас багато підприємств застосовують Міжнародні стандарти фінансової звітності (МСФЗ), що є обов'язковими для публічних акціонерних товариств, великих підприємств і підприємств, що становлять суспільний інтерес (табл. 3).

Застосування різних методів оцінки на практиці викликає низку труднощів:

- суб'єктивність оцінки – оцінка активів за справедливою вартістю часто ґрунтується на експертних припущеннях, що створює ризик викривлення інформації;
- відсутність активного ринку для певних видів активів ускладнює визначення справедливої вартості;

Таблиця 3

**Визначення окремих параметрів оцінки
за нормами НП(с)БО і МСФЗ**

Параметр	НП(с)БО	МСФЗ
Основний підхід до оцінки	Історична вартість	Справедлива вартість, амортизована собівартість
Переоцінка вартості активів	Передбачена, але не завжди обов'язкова	Рекомендується для об'єктивності звітності
Вартісні категорії	Первісна, залишкова, ліквідаційна, справедлива, чиста реалізаційна	Поточна, справедлива, чиста реалізаційна
Активи за ринковою вартістю	Часткове використання	Активне застосування
Принципи прозорості	Менш деталізовані	Жорсткі вимоги до детального розкриття інформації

Джерело: розроблено авторами

- недостатній рівень підготовки бухгалтерів у питаннях застосування МСФЗ і сучасних методів оцінки;
- проблеми гармонізації облікової політики – одночасне застосування НП(с)БО і МСФЗ може призвести до дублювання облікових процесів.

Таким чином варто чітко розуміти типові проблеми оцінки в бухгалтерській практиці підприємств України, причини їх виникнення та можливі наслідки (табл. 4).

Практичне застосування методів оцінки логічно пов'язане із обліковою політикою підприємства, яка має чітко визначати підходи до оцінки активів і зобов'язань. Вибір форми оцінки має залежати від:

- галузевих особливостей діяльності підприємства;
- частоти змін ринкової вартості активів;
- вимог інвесторів або аудиторів;

Таблиця 4

**Типові проблеми оцінки в бухгалтерській практиці
підприємств України**

Проблема	Причини виникнення	Можливі наслідки
Суб'єктивна переоцінка активів	Недостатня компетенція, шахрайство, відсутність активного ринку	Зниження достовірності показників фінансової звітності
Труднощі із застосуванням МСФЗ	Брак знань, недостатня автоматизація та відсутність дієвого контролю, у тому числі або насамперед внутрішнього	Зниження достовірності показників фінансової звітності
Незбалансована облікова політика	Відсутність чітких критеріїв вибору форми оцінки	Непослідовність у поданні звітності, що негативно впливає на її якісний рівень

Джерело: розроблено авторами

- наявності внутрішніх або зовнішніх оцінювачів.

Підприємства можуть обирати з таких форм оцінки:

- історична (первісна) вартість – найбільш поширена для обліку основних засобів;

- справедлива вартість – використовується при переоцінці та у фінансовій звітності за МСФЗ;

- чиста реалізаційна вартість – для оцінки запасів відповідно до МСФЗ;

- амортизована собівартість – застосовується до фінансових активів та зобов'язань.

Оцінка є фундаментальним елементом методу бухгалтерського обліку, який безпосередньо впливає на якість, точність і достовірність фінансової звітності. Через процедури оцінювання господарські процеси перетворюються у цифрові показники, які далі відображаються у формальних документах, таких як баланс, звіт про фінансові результати, звіт про власний капітал та інші. Від правильності вибору методу оцінки залежить фінансова картина підприємства, що може мати значний вплив на управлінські рішення, податкове навантаження, інвестиційну привабливість тощо. Наприклад, вибір оцінки основних засобів за первісною вартістю надає стабільності даним обліку та звітності, але не враховує інфляційні зміни. Натомість оцінка за справедливою вартістю дозволяє відобразити поточну економічну реальність, проте вимагає регулярної переоцінки й може спричиняти волатильність у звітності.

Бухгалтерська оцінка пронизує всю систему обліку. Вона проявляється у визначенні вартості необоротних активів, запасів, фінансових інструментів, зобов'язань, доходів і витрат. Саме на основі оцінки формується балансова вартість активів, розраховується амортизація, визнаються резерви тощо. Наприклад, оцінка запасів здійснюється за найменшою з двох величин – собівартістю або чистою реалізаційною вартістю. Це забезпечує обачність в облікових підходах і має запобігати неадекватному завищенню прибутку. Подібним чином, при оцінці дебіторської заборгованості

застосовується резерв сумнівних боргів, що дозволяє сформувати більш реалістичну оцінку очікуваних надходжень.

Практика показує, що підприємства активно використовують різні підходи до оцінки в залежності від галузі, обсягів діяльності, податкового навантаження та вимог інвесторів. Наприклад, підприємство, що володіє значними виробничими фондами, може обирати регулярну переоцінку основних засобів для відображення реальної вартості майна в умовах інфляції. Це підвищує сумарну вартість активів та зменшує співвідношення зобов'язань до капіталу, що позитивно сприймається кредиторами. Інше підприємство, що працює в сфері роздрібної торгівлі, може акцентувати увагу на оцінці товарно-матеріальних запасів, щоб оперативно відображати їхнє знецінення, уникати штучного завищення активів і відповідно оптимізувати податкові ризики.

В цілому ж коректне застосування оцінки в бухгалтерському обліку має безпосереднє практичне значення для формування реалістичної фінансової звітності, обґрунтованого управлінського аналізу та зниження ризиків під час прийняття фінансових рішень. Процедура оцінки технічно є складовою аналітичного та синтетичного обліку, що здійснюється із дотриманням принципу подвійного запису, відповідно суми окремих бухгалтерських проводок визначаються із виконанням процедури оцінки (табл. 5).

Оцінка у бухгалтерському обліку є не лише внутрішнім інструментом формування показників, а й ключовим елементом, який підлягає перевірці в рамках аудиту. Особливість оцінки полягає в тому, що вона нерідко ґрунтується на професійному судженні бухгалтерів або менеджерів підприємства. Це стосується, зокрема, таких показників, як справедлива вартість активів, резерви за сумнівними боргами, знецінення запасів тощо.

З огляду на це аудиторі зобов'язані не тільки перевірити арифметичну правильність облікових записів, а й проаналізувати обґрунтованість методів оцінки, відповідність прийнятих припущень реальній економічній ситуації, а також дотримання принципів бухгалтерського обліку та вимог стандартів – як національних (НП(с)БО), так і міжнародних (МСФЗ).

Аудиторська перевірка оцінки передбачає використання певних процедур:

- аналітичних (порівняння з минулими періодами, галузевими показниками);
- документальних (перевірка джерел первинної інформації);
- математичних (перерахунок вартості за формулами);
- експертних (залучення незалежних оцінювачів у випадках, коли це передбачено законодавством).

Таким чином, аудит сприяє підвищенню достовірності облікових оцінок і захищає інтереси користувачів фінансової звітності.

Важливу роль відіграє оцінка і в контексті внутрішнього контролю. Підприємство має впровадити політику, яка забезпечує:

- єдність підходів до оцінки в рамках всієї організації;
- відповідальність посадових осіб за ухвалені оціночні рішення;
- своєчасну переоцінку активів і зобов'язань за зміни умов.

Таблиця 5

**Типові бухгалтерські проводки, що демонструють
застосування оцінки в обліку**

№	Господарська операція	Дебет	Кредит	Коментар
1	2	3	4	5
1	Введення в експлуатацію об'єкта основного засобу	10	152	Оцінка за історичною (фактичною) вартістю
2	Нарахування амортизації за основним засобом адміністративного призначення	92	131	Поточна оцінка з урахуванням зносу
3	Переоцінка основного засобу до справедливої вартості	10	411	Оцінка за справедливою вартістю (переоцінка)
4	Уцінка знецінених запасів до чистої реалізаційної вартості	946	20	Застосування принципу обачності

Продовження таблиці 5

1	2	3	4	5
5	Створення резерву сумнівних боргів	944	38	Оцінка дебіторської заборгованості з урахуванням ризиків
6	Визнано дохід від реалізації покупцю готової продукції	361	701	Вартість реалізації визначена ринково
7	Визнання зобов'язання за кредитом	311	501	Зобов'язання оцінюється за фактичною сумою надходження

Джерело: розроблено авторами

Контроль за коректністю оцінки дає змогу уникнути суттєвих помилок у фінансовій звітності, зменшити ризики шахрайства або маніпулювання показниками прибутковості. Особливої актуальності це набуває для підприємств мають на балансі нематеріальні активи, складні фінансові інструменти або володіють великою номенклатурою основних засобів.

У періоди економічної турбулентності (війна, інфляція, валютні коливання, суттєві зміни кон'юнктури на ринку нерухомості тощо) значущість якісної оцінки зростає. Підприємства зіштовхуються з потребою оперативно оновлювати вартість активів або створювати нові резерви, що прямо впливає на фінансові результати.

Аудитори, у свою чергу, мають визначитися чи були коригування адекватними, чи мала місце потреба в знеціненні, чи не було штучного завищення вартості активів з метою покращення показників діяльності.

Таким чином оцінка у бухгалтерському обліку тісно взаємодіє з процесами аудиту та внутрішнього контролю. Вона є не лише технічним, а й аналітичним інструментом, який потребує високого рівня професіоналізму з боку бухгалтера та незалежного

підтвердження з боку аудитора. Якісна оцінка – це запорука прозорості та достовірності фінансової звітності підприємства.

Висновки. За підсумками проведеного дослідження можна стверджувати, що оцінка як елемент методу бухгалтерського обліку є не просто технічним інструментом для переведення об'єктів обліку у числову форму, а системоутворюючим елементом, що має забезпечувати достовірність, обґрунтованість та прозорість фінансової інформації. Оцінка лежить в основі всіх етапів бухгалтерського процесу – від визнання господарських операцій до складання звітності. Історичний аналіз показав, що методи оцінки в обліку еволюціонували разом із розвитком економічних відносин, облікової справи, посиленням ролі ринку та ускладненням господарської діяльності.

На практиці оцінка має вирішальне значення у визначенні вартості активів і зобов'язань, а отже – й у визначенні змін розміру власного капіталу, насамперед отриманого фінансового результату. Саме вона забезпечує порівнянність та достовірність облікових даних, дає змогу формувати обґрунтовану податкову, інвестиційну, фінансову політику.

Результати дослідження дозволяють стверджувати, що вибір методів оцінки та їх обґрунтоване застосування впливають не лише на звітність, а й на економічну поведінку підприємства, зокрема у сфері прийняття управлінських рішень. Варто розуміти, вартість є категорією суспільною і відповідно суб'єктивною, саме тому суб'єктивними є і оцінка як вимірювання вартості, і облік, що передбачає систематизацію вартісної оцінки активів, зобов'язань і власного капіталу. Саме тому в певному сенсі метою є не правильна оцінка (адже це фактично неможливо), а якісна оцінка, що має відповідати компромісу інтересів різних користувачів інформації фінансової звітності і безперечно унеможливлувати випадки шахрайства, коли використовуючи оцінку як складову обліку облікову та відповідно звітну інформацію навмисно викривлюють на користь інтересам одного із її користувачів.

У зв'язку з наявними проблемами (зокрема, множинність підходів, суб'єктивність оцінок, розбіжності між НП(с)БО та МСФЗ) доцільно вжити таких заходів як:

- гармонізація національних та міжнародних стандартів – зокрема, удосконалення положень національних Положень (стандартів) бухгалтерського обліку для узгодження з принципами МСФЗ, особливо у питаннях оцінки справедливої вартості;
- підвищення кваліфікації бухгалтерів і аудиторів – акцент на навчанні застосуванню професійного судження, моделюванню ризиків оцінки, аналізу ринкової кон'юнктури;
- впровадження цифрових інструментів в оцінювальну діяльність – використання програмного забезпечення, яке дозволяє автоматизувати процеси оцінювання, забезпечити прозорість і відтворюваність рішень;
- регламентування порядку використання суб'єктивних оцінок – через розробку єдиних підходів до документального обґрунтування таких оцінок та їх перевірки;
- розширення публічної звітності – у контексті розкриття методів оцінки, змін політики оцінки, факторів впливу на вартісні показники у фінансовій звітності.

Подальші дослідження в площині розуміння та вдосконалення практичної реалізації оцінки як елементу методу бухгалтерського обліку можуть бути орієнтовані на:

- поглиблене вивчення галузевих особливостей застосування оцінки – зокрема, в енергетиці, будівництві, банківському секторі, аграрному бізнесі, ІТ-галузі тощо; оцінка повинна відповідати специфіці активів та характеру діяльності;
- розробку математичних моделей оцінки в умовах економічної нестабільності – включаючи фактори інфляції, валютної волатильності, ризиків війни, санкційних обмежень;
- інтеграцію оцінки нематеріальних активів у концепції капіталу знань – адже на сучасному етапі вартість бренду, інтелектуальної власності, ІТ-продуктів часто перевищує вартість фізичних активів;

- ослідження впливу оцінки на корпоративне управління та інвестиційну привабливість підприємств, а також механізми оцінки ESG-факторів у фінансовій звітності;
- вивчення можливостей блокчейн-технологій у забезпеченні достовірності оцінки – прозорості історії змін вартості активів і виключення фальсифікацій.

Список використаних джерел

1. Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні : Закон України від 16.07.1999 р. № 996-XIV. Дата оновлення: 03.09.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/996-14#Text> (дата звернення 21.04.2025).
2. Малуґа Н. М. Оцінка в бухгалтерському обліку: теорія, практика, перспективи (на прикладі підприємств Житомирської області) : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.06.04. Київ, 1999. 21 с.
3. Слущкий Є. В. Оцінка як метод бухгалтерського обліку: історичні аспекти визначення понять. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2016. № 2 (61). С. 235–248.
4. Корягін М. В. Оцінка в системі бухгалтерського обліку. *Ефективна економіка*. 2018. № 10. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6576> (дата звернення 21.04.2025).
5. Пушкар М. С. Метатеорія обліку або якою повинна стати теорія. Тернопіль : Карт-бланш. 2007. 359 с.
6. Супрунова І. В. Розвиток оцінки в бухгалтерському обліку. *Проблеми теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю і аналізу*. 2012. Вип. 3 (24). С. 481–487.
7. Логвінська Л. Г. Оцінка в сучасній системі бухгалтерському обліку підприємств України : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.09. Київ, 2007. 31 с.
8. Фоміна О. В. Оцінка ризиків підприємства в системі бухгалтерського обліку. *Економічний часопис – XXI*. 2015. № 3–4 (2). С. 67–70.

ЧЕРЕП Олександр Григорович,

д.е.н., професор, професор кафедри
управління персоналом і маркетингу,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3098-0105>

ЛЕПЬОХІН Олександр Васильович,

к.е.н., доцент, доцент кафедри фінансів,
банківської справи, страхування та фондового ринку,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4817-5742>

МОКРУШИНА Вікторія Ігорівна,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна

1.4. ВПЛИВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКОВИМИ ОПЕРАЦІЯМИ

Вступ. Цифрові технології мають ключове значення для підвищення ефективності та боєздатності Збройних Сил України та інших країн. У сучасних умовах бойових дій, які характеризуються високим рівнем технологічної складності, використання цифрових інструментів є необхідною умовою для досягнення стратегічних і тактичних переваг. Теоретико-практичні проблеми цифровізації вивчали науковці: Косинський М. [1], Кресс М. М. [2], Панасюк В. М. [3], Регеда Ю. О., Регеда В. О. [4], Шакір А., Штагеманн Д., Вовк М., Джамус Н., Туровський К. [5], Череп А. В., Воронкова В. Г., Олейнікова Л. Г., Череп О. Г. [6], Череп А. В., Огренич Ю. О., Олейнікова Л. Г., Василенко Д. О. [7], Череп О. Г., Олейнікова Л. Г., Бехтер Л. А., Веремеєнко О. О. [8], Хаустова В. С., Крячко Є. М., Бондаренко Д. В. [9], Ян Дж. [10].

Доцільно в умовах російсько – української війни дослідити вплив цифрових технологій на ефективність управління військовими операціями.

Виклад основних результатів дослідження. До основних аспектів впровадження цифрових технологій у Збройних Силах відносяться: модернізація управління та командування; використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА); кіберзахист та кібероборона; цифрові системи спостереження та розвідки; штучний інтелект і аналітика великих даних; 3D-моделювання та симуляції для тренувань; розвиток «розумних» озброєнь; технології спостереження, аналітики, зв'язку [11].

Використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій дозволяє оперативнo обробляти дані, отримані від розвідки, спостереження та військових систем. Це значно підвищує ефективність командування і прийняття рішень в умовах, коли кожна секунда має вирішальне значення. Цифрові платформи дозволяють забезпечити інтеграцію даних з різних джерел, що дозволяє командувачам оперативнo реагувати на зміни в бойовій ситуації.

БПЛА стали незамінними засобами розвідки, моніторингу та коригування вогню в сучасних військових операціях. Ці технології дозволяють виконувати завдання зі збору розвідувальної інформації, проведення повітряної зйомки та здійснення атак на ворожі цілі без ризику для особового складу [12].

В умовах сучасної війни, в тому числі в умовах гібридної війни, кібербезпека є одним із пріоритетних напрямків оборонної стратегії. Використання високотехнологічних засобів захисту інформаційних систем Збройних Сил забезпечує їх стійкість до атак і впливів з боку супротивника, зокрема захист критичної інфраструктури та комунікацій.

Військові використовують високотехнологічні датчики, сенсори, супутникові системи для моніторингу території в реальному часі. Це дозволяє виявляти та відслідковувати переміщення ворожих сил, визначати потенційні загрози і мінімізувати час на прийняття рішень.

Впровадження штучного інтелекту (ШІ) і аналітики великих даних у військові системи дозволяє значно підвищити точність прогнозування і планування бойових операцій. ШІ може допомогти в аналізі інформації з численних джерел, таких як супутники, дрони, радарні станції та інші розвідувальні системи, а також оптимізувати управлінські процеси.

Використання цифрових технологій для тренувань і підготовки особового складу є важливою частиною модернізації оборонних сил. Завдяки віртуальним симуляціям та 3D-моделюванню можна проводити навчання в умовах, наближених до реальних бойових, без фізичних і фінансових витрат, що робить процес підготовки більш ефективним і доступним.

Цифрові технології дають змогу розробляти «розумні» системи озброєнь, які можуть самостійно коригувати свою траєкторію або вибір цілі на основі вхідних даних. Це включає сучасні системи ракетних комплексів, артилерії та навіть бойових роботів, які можуть працювати в автономному режимі.

Усі ці технології разом дозволяють Збройним Силам діяти з більшою швидкістю, точністю та ефективністю, що є критично важливим у сучасних умовах, коли інформація та час мають вирішальне значення для успіху військових операцій.

У сучасних умовах ведення бойових дій важливим компонентом оборонної стратегії є впровадження передових технологій для спостереження, аналітики та зв'язку. Ці технології дозволяють значно підвищити ефективність управління військовими силами, сприяють оперативному прийняттю рішень та забезпечують злагоджену взаємодію між підрозділами.

1. Технології спостереження:

- Безпілотні літальні апарати (БПЛА).

Одним з найбільш ефективних інструментів для спостереження є БПЛА, які здатні здійснювати моніторинг території в реальному часі. Вони можуть використовуватися для збору розвідувальної інформації, коригування вогню артилерії та ракет, а також для проведення повітряної зйомки або спостереження за військовими

маневрами противника. В Україні БПЛА активно використовуються для ведення розвідки в умовах гібридної війни [13].

- Супутникові системи.

Супутникові технології дозволяють здійснювати моніторинг великих територій і отримувати зображення земної поверхні з високою роздільною здатністю. Супутники можуть бути оснащені різними датчиками для спостереження за військовими об'єктами, виявленням руху техніки, виявленням змін у ландшафті, що дозволяє своєчасно визначати можливі загрози.

- Інфрачервона та радарна техніка.

Інфрачервоні камери і радарні системи дозволяють виявляти і відслідковувати об'єкти навіть в умовах поганої видимості або вночі. Ці технології є важливими для спостереження за рухом техніки та військових підрозділів противника, а також для виявлення мін та інших підземних загроз.

2. Технології аналітики:

- Штучний інтелект (ШІ) та машинне навчання.

Штучний інтелект і алгоритми машинного навчання дозволяють автоматично обробляти великі обсяги даних, отриманих з різних джерел (супутники, дрони, сенсори, інші системи спостереження), для виявлення закономірностей, прогнозування й оцінки ризиків. Це забезпечує більш швидке та точне прийняття рішень в реальному часі, дозволяючи командуванню оперативно реагувати на зміну ситуації на полі бою.

- Аналіз великих даних (Big Data).

Обробка великих обсягів інформації є ключовим для прогнозування й прийняття рішень на основі аналізу даних з різних джерел, включаючи розвідку, супутники, БПЛА та соціальні мережі. Завдяки аналізу великих даних, військові можуть отримувати більш точну картину ситуації, виявляти потенційні загрози і навіть передбачати дії противника [14].

- Прогнозування та моделювання ситуацій.

Використання спеціалізованих програм для моделювання бойових ситуацій та прогнозування розвитку подій дозволяє оптимізувати

стратегічні рішення і підготовку до можливих сценаріїв. Такі системи можуть враховувати різні змінні – від погодних умов до характеристик озброєння та морального стану військових.

3. Технології зв'язку:

- Сучасні комунікаційні системи.

Забезпечення надійного зв'язку між військовими підрозділами є критичним аспектом для координації дій у реальному часі. Використання супутникових, радіо – та оптоволоконних комунікацій дає можливість передавати важливі дані з поля бою в центральні командні пункти для оперативного реагування. Сучасні комунікаційні системи також повинні бути стійкими до кіберзагроз і можливих перешкод [15].

- Інтеграція систем зв'язку з інформаційними платформами.

Взаємодія між різними підрозділами Збройних Сил забезпечується через інтегровані платформи зв'язку та командування, які дозволяють обмінюватися інформацією в реальному часі. Ці платформи дозволяють не тільки передавати голосові та текстові повідомлення, а й обмінюватися відео – та фотоматеріалами, що є критично важливим для точного оцінювання ситуації.

- Кодовані та захищені канали зв'язку.

Для збереження конфіденційності та безпеки важливих даних, усі канали зв'язку мають бути захищені від несанкціонованого доступу. Використання шифрування та інших методів захисту даних є основою для підтримання стабільної та безпечної комунікації під час військових операцій.

Системи управління військовими операціями (СУВО) є важливими компонентами для забезпечення ефективності проведення бойових дій, координації підрозділів та оперативного прийняття рішень на полі бою. Вони забезпечують не лише управління силами та засобами, а й інтеграцію технологій спостереження, зв'язку та аналітики для прийняття стратегічних рішень [16].

Основи систем управління військовими операціями заключаються в наступному.

Система управління військовими операціями (СУВО) – це комплекс технічних засобів, програмного забезпечення і процедур,

які дозволяють ефективно управляти бойовими підрозділами, координацією між ними, забезпеченням інформацією в реальному часі. СУВО включає різноманітні технології, що дозволяють військовим командувачам і підрозділам забезпечити:

- Прийняття рішень у реальному часі.

Завдяки злагодженій роботі СУВО командири можуть отримувати точні й оперативні дані для оцінки ситуації на полі бою і прийняття рішень швидше, ніж у традиційних умовах.

- Взаємодія між підрозділами.

У процесі військових операцій важливою є координація між різними родами військ і підрозділами. СУВО дозволяє ефективно організувати командування і зв'язок, забезпечуючи безперебійну взаємодію.

- Моніторинг та контроль ситуації [17].

Завдяки використанню сучасних технологій спостереження (БПЛА, супутники, сенсори) СУВО дозволяє здійснювати моніторинг оперативної обстановки і виявляти зміни в ситуації, що потребують коригування бойових завдань.

Складові частини систем управління військовими операціями:

- Інформаційні платформи для командування та управління (C2 – Command and Control).

Ці платформи дозволяють керівникам вищих рівнів передавати бойові накази та отримувати зворотний зв'язок від підрозділів. Вони також інтегрують інформацію, отриману з різних джерел: розвідки, супутникових знімків, даних з безпілотників, тактичних систем. Платформи C2 допомагають швидко реагувати на зміну ситуації та координувати дії різних підрозділів.

- Мобільні платформи та інтеграція полевого зв'язку.

Враховуючи мобільність сучасних військ, важливою частиною СУВО є мобільні платформи, які дозволяють підтримувати зв'язок і обмін даними в польових умовах. Це дає можливість здійснювати контроль за підрозділами навіть у віддалених або непідконтрольних районах.

- Автоматизовані системи управління (АСУ).

Системи, що автоматично обробляють інформацію, отриману від датчиків, супутників і інших джерел, та використовують її для оцінки ситуації на полі бою. Ці системи можуть аналізувати великі обсяги даних, надаючи командувачам точну картину ситуації, що дозволяє приймати більш обґрунтовані рішення.

- Системи візуалізації ситуації.

Завдяки технологіям 3D-моделювання та візуалізації, команди можуть відображати бойову ситуацію на інтерактивних картах або екранах, що допомагає приймати рішення і координувати дії підрозділів в реальному часі.

Функції і переваги СУВО:

- Централізоване управління і децентралізоване виконання.

СУВО дозволяє командуванню на найвищому рівні централизовано управляти силами і засобами, в той час як нижчі рівні командування мають можливість приймати оперативні рішення на місцях. Це дає більшу гнучкість в управлінні і здатність швидко адаптуватися до змінюваної обстановки [18].

- Прогнозування та планування.

Важливою функцією СУВО є можливість прогнозування розвитку бойових дій за допомогою аналізу великих даних і моделей, що дозволяє забезпечити кращу підготовленість до можливих сценаріїв.

- Координація між різними видами збройних сил і союзниками.

Системи управління дозволяють інтегрувати дії різних родів військ, таких як піхота, бронетехніка, артилерія, авіація, а також координацію з союзними силами, забезпечуючи злагоджену і ефективну взаємодію.

В Україні в умовах збройного конфлікту з росією та гібридної війни системи управління військовими операціями набули надзвичайної важливості. Завдяки впровадженню сучасних інформаційних технологій і спеціалізованих платформ Збройні Сили України змогли значно підвищити оперативність у реагуванні на зміни ситуації на фронті. Однією з таких систем є «Дельта» – автоматизована система управління військами, що інтегрує дані з різних джерел і забезпечує зв'язок між підрозділами в реальному часі.

Завдяки впровадженню таких технологій, ефективність управління військовими операціями зросла, що дозволило Україні підтримувати високий рівень боєготовності та адаптуватися до нових умов війни, включаючи кіберзагрози та інформаційні операції.

«Дія» – це один з найбільших проєктів цифрової трансформації в Україні, який є важливим етапом в розвитку електронних послуг для громадян та бізнесу. Вона має важливе значення для національної безпеки, оскільки спрощує доступ до державних послуг, покращує ефективність управління та зменшує адміністративні бар'єри, що має прямий вплив на безпеку країни.

Основні функції та можливості «Дії»:

Електронні документи: платформа дозволяє громадянам зберігати та використовувати електронні паспорти, посвідчення водія та інші важливі документи без необхідності носити їх фізично.

Послуги для бізнесу: спрощення процедури реєстрації бізнесу, податкові послуги та інші адміністративні процеси через платформу дозволяють значно зменшити час і ресурси, які витрачаються на виконання бюрократичних процедур.

Інтеграція з іншими державними системами: «Дія» активно інтегрується з іншими цифровими системами та сервісами державних органів, що дозволяє зручніше отримувати та обробляти інформацію.

Значення для національної безпеки:

- Безпека даних: завдяки високим стандартам кібербезпеки та захисту даних, використання платформи «Дія» дозволяє знизити ризики підробки документів, зловживань або крадіжок особистих даних.

- Доступність державних послуг у кризових ситуаціях: платформа допомагає забезпечити доступ до важливих послуг у разі надзвичайних ситуацій або воєнних дій, коли фізичний доступ до державних установ може бути ускладнений.

- Цифрова ідентифікація: це сприяє підвищенню рівня національної безпеки, оскільки електронні паспорти і ID картки дозволяють запровадити систему більш надійного контролю за ідентифікацією осіб.

Кіберкомандування Збройних Сил України (ЗСУ) є ключовим елементом в забезпеченні кібербезпеки та національної безпеки в умовах сучасних загроз. Воно забезпечує захист важливої інфраструктури, а також активно займається боротьбою з кіберзагрозами, які можуть мати стратегічне значення.

Функції та завдання кіберкомандування ЗСУ [19]:

- Захист критичної інфраструктури: кіберкомандування здійснює захист від кіберзагроз критичних об'єктів інфраструктури, включаючи енергетичні мережі, фінансові системи та військові об'єкти.

- Кібернапади та протидія: Збройні сили України мають в своєму розпорядженні спеціалізовані підрозділи для виявлення, відбиття та нейтралізації кібернападів, що здійснюються як з боку державних акторів, так і з боку недержавних організацій [20].

Навчання та розвиток кадрів: одним із завдань є підготовка висококваліфікованих фахівців, які здатні ефективно працювати в умовах постійно змінюваної кіберзагрозливої ситуації.

Залучення новітніх технологій: впровадження передових технологій у кібероборону, включаючи системи штучного інтелекту та автоматизовані інструменти для моніторингу та аналізу загроз.

Значення для національної безпеки:

Протидія кіберзагрозам на війні: у зв'язку з агресією росії в Україні, кіберкомандування відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки військових систем та інформаційних ресурсів.

Запобігання атак на державні інформаційні системи: захист баз даних, урядових мереж та критичної інфраструктури від атак, що можуть призвести до дестабілізації внутрішнього порядку.

Забезпечення кіберзахисту під час кризових ситуацій: забезпечення стабільної роботи державних інформаційних систем під час надзвичайних ситуацій або під час воєнних дій.

Висновки. В умовах сучасної глобалізації загрози кібербезпеки виходять за межі національних кордонів, тому ефективна протидія кіберзагрозам вимагає активної міжнародної співпраці. Україна активно працює з міжнародними партнерами для зміцнення кіберзахисту та обміну досвідом і технологіями.

Основні напрямки співпраці:

- Інформаційний обмін та консультації: Україна активно співпрацює з країнами Європейського Союзу, США та іншими партнерами в сфері обміну інформацією про кіберзагрози та спільного реагування на них.

- Координація дій у разі глобальних кіберзагроз: співпраця з НАТО, ЄС та іншими міжнародними організаціями забезпечує можливість ефективного реагування на кіберзагрози, що можуть мати глобальний характер.

- Навчання та сертифікація фахівців: українські спеціалісти з кібербезпеки активно співпрацюють з міжнародними партнерами для підвищення кваліфікації та сертифікації у сфері кіберзахисту.

- Підтримка у боротьбі з кіберзлочинністю: Спільні зусилля спрямовані на боротьбу з кіберзлочинністю, а також на нейтралізацію кібертероризму.

- Забезпечення кібероборони на міжнародному рівні: спільна діяльність з міжнародними партнерами дозволяє Україні бути частиною глобальної системи кібербезпеки, що підвищує здатність протистояти зовнішнім загрозам.

- Спільна відповідь на кіберзагрози: в умовах війни, коли кібернапади стають невід'ємною частиною воєнних операцій, співпраця з міжнародними партнерами дає Україні додаткові ресурси та підтримку у боротьбі з агресією.

Загалом, досвід України в цифровій трансформації безпеки демонструє важливість інноваційних технологій для національної безпеки, а також показує, як ефективна співпраця з міжнародними партнерами може допомогти зміцнити обороноздатність і стабільність країни в умовах нових кіберзагроз.

Список використаних джерел

1. Kosinski M. With big data comes big responsibility. URL: <https://www.ft.com/content/1c3e27ee-8b2f-11e2-8fcf-00144feabdc0> (Last accessed: 20.03.2025).

2. Kress M. M. 2019. Big data for ecological models. In: Jørgensen S. E., Fath B. D., eds. *Encyclopedia of Ecology* (Vol. 1). Amsterdam: Elsevier. 11–20.

3. Панасюк В. М. Інформатизація та цифровізація: тенденції та напрями розвитку в Україні. *Інтелект XXI*. 2020. № 1. С. 160–165. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILA=&S21STR=int_XXI_2020_1_31 (дата звернення: 20.03.2025).

4. Регеда Ю. О., Регеда В. О. Ключові проблеми використання великих даних в інформаційних системах на сучасному етапі розвитку. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського*. Серія: Технічні науки. 2024. Том 35 (74). № 4. С. 182–187. URL: <https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/35-74-4> (дата звернення: 20.03.2025).

5. Shakir A., Staegemann D., Volk M., Jamous N., Turowski K. Towards a concept for building a big data architecture with microservices. *Business information systems*. 2021. P. 83–94. URL: https://www.researchgate.net/publication/352944091_Towards_a_Concept_for_Building_a_Big_Data_Architecture_with_Microservices (Last accessed: 20.03.2025).

6. Череп А. В., Воронкова В. Г., Череп О. Г. Концепція блокчейн-економіки як економіки нового типу в умовах цифровізації. *Modern scientific strategies of development : collective monograph* / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services. 2022. С. 54–61. URL: https://www.eo.kiev.ua/resources/arhivMonographs/mono2022_dev_008.pdf (дата звернення: 20.03.2025).

7. Череп А. В., Огренич Ю. О., Олейнікова Л. Г., Василенко Д. О. Фінансовий ринок України в умовах цифровізації економіки: сучасний стан, проблеми та перспективи. *Реалізація європейського вектору розвитку економіки держави шляхом цифровізації* : колективна монографія / за ред. А. В. Череп,

І. М. Дашко, Ю. О. Огренич, О. Г. Череп, В. М. Гельман. Запоріжжя : видавець ФОП Мокшанов В. В., 2024. С. 252–263. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/jsui/handle/12345/24078> (дата звернення: 20.03.2025).

8. Череп О. Г., Олейнікова Л. Г., Бехтер Л. А., Веремєнко О. О. Цифровізація економіки в Україні та Європі: поточний стан, проблеми та обмеження. *Цифровізація як інструмент забезпечення якості надання освітніх послуг з урахуванням європейського досвіду* : колективна монографія / за ред. А. В. Череп, І. М. Дашко, Ю. О. Огренич, О. Г. Череп. Запоріжжя : видавець ФОП Мокшанов В. В., 2024. С. 86–97. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/jsui/handle/12345/24081> (дата звернення: 20.03.2025).

9. Хаустова В. Є., Крячко Є. М., Бондаренко Д. В. Моделювання впливу факторів цифровізації на економічний розвиток країн світу. *Проблеми економіки*. 2024. № 2 (60). С. 61–73. URL: https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2024-2_0-pages-61_73.pdf (дата звернення: 20.03.2025).

10. Yang J. Big data and the future of urban ecology: From the concept to results. *Science China Earth Sciences*. 2020. Vol. 63, № 10. P. 1443–1456. URL: <https://dds.sciengine.com/cfs/files/pdfs/view/1674-7313/6603C72F0F644273839EFC754C507C60-mark.pdf> (Last accessed: 20.03.2025).

11. Про національну безпеку України : Закон України від 21.06.2018 № 2469-VIII. Дата оновлення: 09.08.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19#Text> (дата звернення: 20.03.2025).

12. Стратегія кібербезпеки України на 2021–2025 роки. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/4472021-40013> (дата звернення: 20.03.2025).

13. Міністерство цифрової трансформації України. URL: <https://thedigital.gov.ua> (дата звернення: 20.03.2025).

14. Програма «Держава у смартфоні». Міністерство цифрової трансформації України. URL: <https://diia.gov.ua> (дата звернення: 20.03.2025).

15. Національний координаційний центр кібербезпеки при РНБО України. URL: <https://www.rnbo.gov.ua> (дата звернення: 20.03.2025).

16. NATO Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence (CCDCOE). URL: <https://ccdcOE.org> (Last accessed: 20.03.2025).

17. Звіт Європейського агентства з кібербезпеки (ENISA) щодо тенденцій у сфері кіберзагроз. 2023. URL: <https://www.enisa.europa.eu> (дата звернення: 20.03.2025).

18. Gartner. Top Security and Risk Management Trends. URL: <https://www.gartner.com/en> (Last accessed: 20.03.2025).

19. Тимошук С. В. Цифрова трансформація державного управління: український та світовий досвід. *Ефективність державного управління*. 2022. № 2 (63). С. 113–119.

20. Нинюк І., Нинюк М. Цифрова трансформація державного управління в Україні: виклики та перспективи. *Успіхи і досягнення у науці*. 2024. URL: https://www.researchgate.net/publication/381919325_CIFROVA_TRANSFORMACIA_DERZAVNOGO_UPRAVLINNA_V_UKRAINI_VIKLIKI_TA_PERSPEKTIVI (дата звернення: 20.03.2025).

ШЕПЕЛЬ Андрій Васильович,
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент, доцент кафедри землеробства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
м. Кропивницький, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9955-4569>

1.5. АГРОНОМІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ МОБІЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ: ВИКОРИСТАННЯ ДОДАТКІВ І ПРОГРАМ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Вступ. У сучасних умовах глобальних кліматичних змін, виснаження природних ресурсів і зростання світового населення особливої ваги набувають інноваційні підходи до управління сільськогосподарським виробництвом. Одним із провідних напрямів модернізації аграрного сектору є впровадження цифрових технологій, зокрема мобільних додатків та програмного забезпечення, які забезпечують ефективне використання ресурсів, підвищення врожайності, оперативний моніторинг стану посівів, управління агропроцесами в режимі реального часу та доступ до ринкової інформації. На глобальному рівні мобільні технології стали ключовим чинником цифрової трансформації сільського господарства, сприяючи поширенню концепцій точного землеробства, смарт-ферм та агроєкосистем, керованих на основі великих даних (Big Data) та штучного інтелекту (AI). Особливо це актуально для країн з великими площами сільськогосподарських угідь і обмеженим доступом до традиційних аграрних сервісів, де мобільні рішення дозволяють ефективно компенсувати нестачу ресурсів і спеціалізованої агрономічної експертизи.

В Україні тема є надзвичайно актуальною з огляду на необхідність підвищення конкурентоспроможності вітчизняного аграрного сектору, орієнтованого переважно на експорт. З огляду на високий рівень мобільної проникності, наявність розгалуженої мережі мобільного інтернету та високий науково-освітній

потенціал, українські аграрії мають широкі можливості для впровадження інноваційних мобільних рішень. Проте, впровадження мобільних технологій у агровиробництво залишається нерівномірним, що зумовлює необхідність комплексного наукового осмислення їхнього агрономічного потенціалу, бар'єрів застосування та перспектив розвитку.

Таким чином, вивчення мобільних технологій у контексті ефективного землеробства є важливим як для вирішення практичних завдань аграрного сектору, так і для формування науково обґрунтованих підходів до цифрової трансформації сільського господарства в Україні та світі. Оцифровка аграрних процесів є визначальним трендом сучасного розвитку сільськогосподарської галузі, що відображає загальний процес інтеграції інформаційних технологій у різні сфери людської діяльності, зокрема в ті, що традиційно асоціюються з класичними методами роботи. Однією з таких професій є агрономія, що історично мала обмежений зв'язок із застосуванням сучасних цифрових технологій. Традиційно, агроном розглядався як фахівець, здатний на основі власних спостережень і досвіду визначати потреби рослин у різних умовах середовища. Однак, з розвитком інформаційних технологій і впровадженням інноваційних рішень у сферу сільського господарства, відбулася значна трансформація підходів до агрономічної практики. На сьогоднішній день, агроном є не лише експертом з рослинництва, а й висококваліфікованим користувачем сучасних технологій, що використовує мобільні пристрої, такі як смартфони або планшети, для збору, обробки та аналізу даних.

Виклад основних результатів дослідження. Завдяки доступу до Інтернету та хмарних сервісів, агроном може отримувати актуальну інформацію з численних джерел, таких як метеостанції, системи моніторингу стану ґрунту, а також дані супутникової навігації. Ці технології дозволяють здійснювати точні вимірювання параметрів навколишнього середовища та проводити комплексний моніторинг стану рослин. Таким чином, сучасні агрономи інтегрують великий обсяг даних, що сприяє точному прогнозуванню

потреб у ресурсах і своєчасному прийняттю управлінських рішень. Ключову роль у підвищенні ефективності агрономічної діяльності відіграють спеціалізовані програмні засоби та мобільні додатки, які надають можливість агрономам обробляти та аналізувати отриману інформацію. Використання таких інструментів забезпечує значну оптимізацію процесів землеробства, зокрема зменшення витрат на внесення добрив, полив, а також підвищення врожайності та покращення якості продукції. Програмне забезпечення, орієнтоване на агрономів, дозволяє здійснювати інтеграцію даних із різних джерел, що дозволяє реалізувати більш ефективні, науково обґрунтовані методи управління агрономічними процесами.

Отже, цифровізація агрономії є важливим кроком до розвитку сталого сільського господарства, оскільки вона дозволяє досягти високої точності в прогнозуванні та управлінні сільськогосподарськими процесами, що сприяє раціональному використанню ресурсів і забезпеченню оптимальних умов для вирощування рослин. У підсумку, сучасні агрономи здатні поєднувати традиційні знання з новітніми технологіями, що дозволяє забезпечити ефективність, екологічність та економічну доцільність аграрного виробництва.

У сучасних умовах цифровізації сільського господарства мобільні додатки та цифрові платформи відіграють дедалі важливішу роль у професійній діяльності агрономів. Вони забезпечують оперативний доступ до агрономічних даних, покращують ухвалення рішень, сприяють автоматизації обліку і планування, а також підвищують загальну ефективність агровиробництва.

Упродовж останніх років мобільні технології посіли центральне місце у трансформації сільського господарства, сприяючи підвищенню ефективності аграрного виробництва, забезпеченню доступу до агрономічних знань і покращенню логістики реалізації продукції. Аналіз сучасної літератури, свідчить про зростаючу роль мобільних додатків у цифровізації агросектору як у країнах, що розвиваються, так і в економічно розвинених державах.

Одним із ключових напрямів є використання мобільних платформ для управління фермерськими господарствами. Так,

дослідження Avinash Mr та ін. демонструє ефективність цифрових систем у зменшенні часових затрат на адміністративні й технічні процеси, оптимізації фінансового обліку та підвищенні врожайності за рахунок моніторингу показників поля [1, с. 119].

Mittal N., Kumar A. наголошують на важливості мобільних рішень, які дозволяють аграріям виходити на ринок без посередників. Розроблений додаток забезпечує електронну торгівлю сільгосппродукцією та містить агрономічну аналітику, що позитивно впливає на ринкову адаптивність дрібних виробників [2, с. 2]. Особливу увагу привертають додатки, орієнтовані на зменшення цифрової нерівності. Firame та ін. запропонували мобільне рішення для малих фермерів, яке полегшує доступ до насіння, добрив і консультацій. Дослідники вказують на значний вплив таких інструментів на зниження бар'єрів до знань у сільській місцевості [3, с. 369]. Розробки, адаптовані до конкретних потреб користувачів, демонструють ефективність у нішевих секторах. Так, Senthilkumar S. та ін. створили мобільний застосунок для тваринників, розроблений на основі опитування понад 200 представників цільової аудиторії, що забезпечило його релевантність і високу оцінку ефективності [4, с.321].

Додаток «Padi2U» для управління рисовим господарством є прикладом функціональної інтеграції: моніторинг погоди, дрон-зйомка, виявлення хвороб культур, агрокалендар тощо проаналізував в своїх працях Athirah R та ін. Його особливістю є національна мовна адаптація, що підвищує інклюзивність [5, с. 540]. Інтеграція Інтернету речей (IoT) з мобільними додатками відзначається у дослідженні Wahyudi D. та ін., де описано застосунок «Tagrinov 4.0». Він забезпечує контроль іригаційних систем, кислотності ґрунту та параметрів мікроклімату, що сприяє автоматизації тепличного виробництва [6, с. 756].

Огляд Mendes J. та ін. систематизує типи мобільних додатків у точному землеробстві, наголошуючи на їх потенціалі у забезпеченні доступної та точної діагностики стану культур. Автори підкреслюють можливість використання вбудованих сенсорів

смартфонів у польових умовах [7, с. 2]. Balkrishna A. та ін. у своєму ґрунтовному аналізі 73 аграрних додатків, поширених в Індії, ідентифікують наявність функціональних прогалин та відсутність комплексного підходу до агрономічного супроводу, що знижує ефективність впровадження цифрових інновацій у широких верствах фермерів [8, с. 2]. Таким чином, сучасні дослідження однозначно вказують на високий агрономічний потенціал мобільних технологій, хоча повноцінна їх реалізація потребує врахування специфіки локального контексту, зниження вартості доступу та підвищення цифрової грамотності сільського населення.

Українські вчені наголошують на важливості впровадження мобільних ІТ-рішень у практику аграріїв. Зокрема, Шевченко О. М. у своїх працях зазначає, що цифрові інструменти, такі як AgriBus-Navi, Plantix, FieldClimate, істотно покращують точність у визначенні термінів сівби, обробітку ґрунту, внесення добрив і засобів захисту рослин [9, с. 45]. Баранов І. П. та Головач Л. В. аналізують впровадження в Україні таких систем, як Cropio, Climate FieldView, AgroSmart, що дозволяють здійснювати супутниковий моніторинг полів, вести електронні журнали агронома, а також моделювати ризики втрат урожаю. Дослідники зазначають, що стримувальними чинниками є недостатня цифрова грамотність фермерів та обмежений доступ до високошвидкісного інтернету в сільській місцевості [10, с. 24]. На міжнародному рівні тема цифрової агрономії активно досліджується. Gebbers G. W. та Adamchuk V. I. у публікації в Precision Agriculture розглядають впровадження мобільних додатків у системи точного землеробства. Автори виокремлюють такі цифрові інструменти, як John Deere Operations Center, Trimble Ag Software та FarmLogs, які забезпечують збір, зберігання та обробку аграрних даних у реальному часі [11, с. 808].

Reddy M. K. зі співавторами підкреслюють значення мобільного додатку Plantix, що використовується у понад 50 країнах для діагностики хвороб рослин за допомогою алгоритмів штучного інтелекту. Застосування такого інструменту дозволяє не лише

оперативно виявляти проблеми, але й отримувати конкретні рекомендації щодо їх усунення – що особливо корисно для малих та середніх фермерських господарств [12, с. 185]. Також варто згадати дослідження Zhang С. та Kovacs J. М., які описують взаємозв'язок між розвитком цифрових сервісів в аграрному секторі та ефективністю управління сільськогосподарськими угіддями. Вони підкреслюють важливість геоінформаційних систем (GIS), платформ прогнозування погодних умов та врожайності (FarmWeather, Agrivi, FieldNET Advisor), які є необхідними для сучасного агро-виробництва [13, с. 973].

Отже, мобільні технології стають невід'ємною частиною агрономічної діяльності. Найпоширеніші функції таких додатків охоплюють: контроль посівів, прогнозування врожаю, аналіз стану ґрунтів, агрономічне картографування, планування агротехнічних заходів, діагностику хвороб рослин та облік витрат. Для повноцінної реалізації потенціалу цифрових інструментів необхідне підвищення цифрової грамотності аграріїв, розвиток ІТ-інфраструктури в сільських регіонах, а також адаптація програмного забезпечення до потреб конкретного господарства.

У період 2020–2025 рр. низка українських науковців приділила значну увагу дослідженням впровадження цифрових технологій у сільське господарство. Їхні роботи охоплюють аспекти застосування інформаційних технологій, мобільних додатків, Інтернету речей (IoT) та штучного інтелекту (AI) для підвищення ефективності аграрного виробництва та досягнення цілей сталого розвитку. Курепін В. М. та Іваненко В. С. розглянули роль цифрових технологій, таких як штучний інтелект, машинне навчання, аналітика великих даних та блокчейн, у трансформації агропродовольчих систем України. Вони підкреслили важливість цих технологій для зниження негативного впливу на довкілля та підвищення продуктивності сільського господарства [14, с. 62]. Гуржій Н. М. та Довбня К. О. проаналізували потенціал впровадження ІТ-технологій у сільське господарство України, зокрема мобільних додатків, які можуть сприяти адаптації до кліматичних змін та підвищенню ефективності аграрного

виробництва [15, с. 76]. Базака Р. В., Щепаняк А. С. та Костина О. С. вивчали вплив інформаційних технологій та інновацій на сталий розвиток аграрного сектору, акцентуючи увагу на використанні датчиків, дронів та штучного інтелекту для збору даних про врожай, ґрунт і погодні умови [16, с. 160]. Гапон В. досліджував особливості впровадження цифрових технологій у сільське господарство, зосереджуючись на інтеграції держави, бізнесу, науки та освіти в умовах цифровізації суспільства [17, с. 32]. Солоня О. В. та Скоромна О. І. розглядали застосування Інтернету речей та штучного інтелекту в аграрному секторі, підкреслюючи їхню роль у підвищенні ефективності сільськогосподарського виробництва [18, с. 44]. Мобільні додатки для агрономів можна класифікувати на кілька основних груп, кожна з яких має своє специфічне призначення та сприяє підвищенню ефективності сільськогосподарської діяльності. Ці додатки стали незамінними інструментами для агрономів, забезпечуючи швидкий доступ до інформації та точне виконання різноманітних обчислень і завдань [19].

Довідники (енциклопедії), це мобільні додатки цього типу, виконують роль цифрових заміників традиційних агрономічних енциклопедій та довідників. Вони містять велику базу знань, що дозволяє агрономам швидко знаходити потрібну інформацію щодо рослин, ґрунтів, агротехнічних заходів та інших аспектів сільського господарства. Завдяки наявності пошукових систем у цих додатках, агроном може оперативно отримувати точні відомості без потреби звертатися до численних друкованих джерел.

Щоденники, це мобільні додатки-щоденники замінюють паперові блокноти та календарі. Вони надають агрономам можливість вести детальні записи, складати графіки посівів, здійснювати обробку ґрунту, планувати заходи щодо захисту рослин та інші агротехнічні операції. Такі додатки є важливими інструментами для систематизації роботи та точного контролю за виконанням усіх необхідних агрономічних заходів.

Калькулятори, ці додатки надають можливість агрономам обчислювати точні норми висіву, дозування добрив або препаратів

для захисту рослин прямо в полі. Вони дозволяють швидко приймати обґрунтовані рішення на основі наданих розрахунків, що знижує ймовірність помилок і оптимізує використання ресурсів.

Навігатори та додатки для точного землеробства – забезпечують агрономів засобами для планування оптимальних шляхів руху сільськогосподарської техніки, що дозволяє знижувати витрати пального та підвищувати ефективність обробки полів. Додатки для точного землеробства також дозволяють виявляти нерівномірне зростання рослин і обробку ділянок поля, що в свою чергу сприяє підвищенню ефективності агрономічних процесів. Вимірювачі площі, це мобільні додатки для вимірювання площі дозволяють агрономам точно визначати розміри полів, що важливо для планування посівних площ на наступний сезон або для розмітки ділянок під нові посадки. Такі додатки особливо корисні при аналізі стану ґрунтів та розробці картографічних матеріалів для агрономічного планування.

Розпізнавачі (ідентифікатори) потрібні для використання камер в мобільних пристроях дозволяє агрономам за допомогою спеціальних додатків-розпізнавачів миттєво ідентифікувати рослини, шкідників, хвороби чи інші об'єкти, з якими можна зіткнутися в процесі агрономічної діяльності. Завдяки потужним алгоритмам штучного інтелекту, ці додатки можуть миттєво надати детальну інформацію, що допомагає в прийнятті рішень щодо подальших агротехнічних заходів.

Додатки-клуби необхідні для ефективного обміну знаннями та досвідом між фахівцями, на ринку також існують додатки-клуби, які функціонують як закриті спільноти агрономів. Ці платформи дозволяють фахівцям обмінюватися порадами та консультаціями, обговорювати актуальні проблеми, а також отримувати оперативну допомогу від колег, що є надзвичайно важливим для вирішення специфічних технічних або практичних питань.

Таким чином, мобільні додатки для агрономів є не лише зручним інструментом для автоматизації різноманітних процесів, а й потужним засобом підвищення точності, ефективності та економічності

агрономічної діяльності. Їх використання дозволяє знижувати витрати на ресурси, підвищувати врожайність та забезпечувати сталий розвиток сільського господарства [20].

Одним із найбільш популярних мобільних додатків для агрономів в Україні є додаток компанії Syngenta Україна, що належить до всесвітньо відомого лідера у галузі виробництва засобів захисту рослин та продажу насіння [21]. Цей додаток забезпечує користувачам доступ до широкого спектру інструментів та ресурсів, що підтримують ефективне ведення агрономічної діяльності. Мобільний додаток «Дім. Сад. Город» компанії «Сингента Україна» вже завантажили понад 18000 користувачів в Україні. Цей безкоштовний додаток надає інформаційну підтримку власникам присадибних ділянок, допомагаючи у захисті рослин від шкідників, хвороб та бур'янів [22].

Він включає калькулятори для агрономів, що дозволяють виконувати розрахунки норм внесення різноманітних засобів захисту рослин, а також визначати оптимальні дозування для конкретних умов. Крім того, додаток містить довідники з інформацією про шкідників, хвороби рослин та схеми захисту, що є незамінними інструментами для моніторингу стану сільськогосподарських культур і планування агрономічних заходів. Важливою особливістю цього мобільного додатку є прив'язка всіх нормативів та рекомендацій до чинного українського законодавства, що дозволяє агрономам здійснювати діяльність відповідно до національних стандартів і вимог, знижуючи ризики порушення правил використання агрохімікатів та інших засобів. Це робить додаток особливо цінним для фахівців, які працюють в Україні, адже він забезпечує актуальність та відповідність інформації до реальних умов аграрної практики. Таким чином, додаток Syngenta Україна є потужним інструментом для агрономів, який поєднує наукові розрахунки, актуальні рекомендації та законодавчі норми, що дозволяють підвищити ефективність та безпеку агрономічної діяльності в Україні.

«Агробаза» – це мобільний додаток, який виступає як енциклопедичний ресурс для агрономів, агрономічних консультантів та інших фахівців сільськогосподарської галузі. Додаток містить

детальну інформацію щодо шкідників, бур'янів, хвороб рослин, а також пестицидів, що використовуються для їх контролю. В табл. 1 згруповані основними можливостями додатку «Агробаза». Таким чином, «Агробаза» є комплексним інструментом для агрономів, що дозволяє не тільки збирати та систематизувати інформацію про основні агрономічні проблеми, але й здійснювати їх ефективне та своєчасне вирішення завдяки технологіям ідентифікації та доступу до бази пестицидів. Мобільний додаток Агробаза, незважаючи на свої значні переваги, має деякі обмеження та потенційні напрями для подальшого розвитку. Але споживачі визначили і ряд недоліків даного застосунку.

Таблиця 1

Основні можливості мобільного додатка «Агробаза»

Складові мобільного додатка	Характеристика можливостей
1	2
Енциклопедичні довідники	Додаток надає вичерпну інформацію про найбільш поширені шкідники, бур'яни та хвороби рослин, що дає агрономам можливість швидко отримати знання про ці проблеми та вжити необхідних заходів для їх контролю. Зокрема, містяться відомості про біологічні особливості організмів, шляхи їх поширення, ознаки ураження культур та методи боротьби.
Ідентифікація шкідників та хвороб	Однією з ключових функцій додатку є вбудована система ідентифікації, яка дозволяє користувачам здійснювати швидке розпізнавання бур'янів, хвороб і комах на основі фотографій. Це сприяє оперативному виявленню шкідливих організмів, що дозволяє агрономам приймати більш обґрунтовані рішення стосовно заходів боротьби.
Каталог пестицидів	Додаток містить каталог пестицидів, що включає інформацію про препарати, їхні активні речовини, методи застосування та дозування. Це дозволяє

Продовження таблиці 1

1	2
	агрономам вибирати найбільш ефективні засоби для контролю шкідників, бур'янів та хвороб відповідно до типу культури та конкретних умов вирощування.
Оновлення та актуалізація інформації	Оскільки умови сільськогосподарської діяльності та технології захисту рослин постійно змінюються, додаток надає регулярні оновлення щодо нових методів боротьби, сучасних препаратів та рекомендацій, що дозволяє користувачам працювати із актуальною інформацією.
Інтерфейс користувача	Додаток має зручний інтерфейс, який забезпечує швидкий доступ до необхідних розділів і можливість ефективно працювати з великими обсягами даних. Він забезпечує інтеграцію з іншими агрономічними інструментами та ресурсами, що підвищує загальну продуктивність роботи.

Джерело: складено автором

Обмеження ідентифікації тому що додаток має функцію ідентифікації шкідників, хвороб і бур'янів, точність цієї функції може бути залежною від якості фотографій та умов, у яких здійснюється знімок. У деяких випадках розпізнавання може бути неточним або неповним, що може призвести до помилок у визначенні проблеми. Обмежена база даних, через те що додаток містить велику кількість інформації, йому все ж може бракувати даних щодо рідкісних або нових шкідників, хвороб або пестицидів, оскільки агрономічна наука і технології постійно розвиваються. База даних може не завжди бути вчасно оновлена відповідно до новітніх наукових відкриттів та законодавчих змін. Проблеми з інтеграцією через те, що додаток може мати обмежену інтеграцію з іншими агрономічними інструментами або програмним забезпеченням, що може ускладнювати роботу з великими обсягами даних або їхню синхронізацію з іншими системами (наприклад, для точного землеробства чи аналізу ґрунтів). Залежність від мобільних пристроїв тому

що даний додаток потребує наявності смартфона або планшета з достатньою потужністю та якісною камерою, що може бути обмеженням для деяких користувачів, особливо в умовах сільської місцевості, де не завжди є доступ до сучасних гаджетів або стабільного інтернет-з'єднання.

Нами також сформовані перспективи розвитку даного додатку: поліпшення алгоритмів ідентифікації через вдосконалення алгоритмів розпізнавання, зокрема завдяки використанню більш потужних технологій штучного інтелекту та машинного навчання. Це дозволить підвищити точність ідентифікації навіть за умов низької якості зображень або складних ситуацій, таких як стадії розвитку шкідників або рослин. Перспективи розвитку включають постійне оновлення та розширення бази знань додатку, зокрема шляхом додавання нових видів шкідників, хвороб та новітніх пестицидів. Оновлення бази може також включати інтеграцію з міжнародними науковими ресурсами для забезпечення доступу до глобальних даних. Подальший розвиток може включати інтеграцію з іншими цифровими інструментами для агрономії, такими як системи точного землеробства, аналітичні платформи для аналізу ґрунту та кліматичних умов, а також з іншими програмними засобами для більш комплексного управління агрономічними процесами.

Розширення функціоналу мобільних додатків через введення нових функцій, наприклад, автоматичне сповіщення про зміни в законодавстві, нові рекомендації з управління сільськогосподарськими культурами, або можливість надання агрономічних порад у реальному часі через функцію чатів або консультацій з експертами. Збільшення доступності додатку для агрономів, які працюють у віддалених районах, може бути досягнуто через оптимізацію роботи додатку при низькій швидкості інтернет-з'єднання або розробку офлайн-версії, яка дозволить користуватися додатком без необхідності підключення до Інтернету. Перспективою розвитку є інтеграція додатку з соціальними

платформами для агрономів, де фахівці можуть обмінюватися досвідом, ділитися фотографіями та рекомендаціями щодо захисту рослин та обробки земель, що буде сприяти колективному розвитку агрономічної практики.

Мобільний додаток «Агробаза» має великий потенціал для розвитку в напрямку покращення точності ідентифікації, розширення функціоналу та інтеграції з іншими технологіями [23]. Зважаючи на швидкий розвиток агрономічних технологій та потребу в точному та оперативному вирішенні проблем сільськогосподарського виробництва, цей додаток може стати ще більш важливим інструментом для агрономів у майбутньому.

«СкаЖений Агроном» – це мобільний додаток, що виконує функцію професійного клубу для агрономів в Україні, забезпечуючи платформу для обміну знаннями та досвідом між фахівцями в галузі сільського господарства [24]. Додаток сприяє комунікації в режимі реального часу, що дозволяє агрономам оперативно отримувати консультації з різних аспектів вирощування сільськогосподарських культур, а також обговорювати новітні методи управління агропроцесами. В табл. 2 здійснено огляд функцій мобільного додатку «СкаЖений Агроном».

Перспективою є інтеграція додатку з іншими цифровими платформами для агрономів, такими як системи моніторингу погодних умов, аналітичні інструменти для обробки даних та технології точного землеробства, що дозволить більш ефективно управляти всіма аспектами сільськогосподарської діяльності. Пріоритетним напрямом є розвиток адаптивності агрономів до нових умов клімату, законодавчих змін та ринкових трендів. Додаток надає можливість оперативно реагувати на зміни та швидко адаптуватися до нових викликів в агрономічній практиці. Нами визначені пріоритети застосування додатку: покращення ефективності управління агрономічними процесами завдяки можливості отримувати своєчасні консультації та рекомендації.

Таблиця 2

Огляд функцій мобільного додатка «СкаЖений Агроном»

Складові мобільного додатка	Характеристика можливостей
Обмін знаннями та досвідом в реальному часі	Додаток дозволяє агрономам обмінюватися практичними порадами та науковими рекомендаціями, що стосуються вирощування різних сільськогосподарських культур. Це особливо важливо для оперативного вирішення проблем, таких як боротьба з шкідниками, хворобами рослин або оптимізація агротехнічних заходів.
Консультації від експертів та колег	Користувачі додатку мають можливість звертатися до більш досвідчених колег або фахівців-консультантів для отримання детальних відповідей на конкретні питання, що виникають у процесі роботи. Це дозволяє отримувати індивідуалізовані рекомендації, орієнтовані на конкретні умови господарства.
Обговорення нових технологій та інновацій	Платформа сприяє обговоренню новітніх досягнень у сфері агрономії, таких як інноваційні методи вирощування, сучасні засоби захисту рослин, а також застосування нових технологій, зокрема автоматизації процесів та точного землеробства.
Форум для вирішення актуальних проблем	Додаток дозволяє створювати тематичні обговорення, де фахівці можуть задавати питання або ділитися вирішенням конкретних проблем, з якими вони стикнулися в процесі своєї роботи, таким чином сприяючи колективному розв'язанню агрономічних задач.
Мобільний доступ до актуальної інформації	«СкаЖений Агроном» забезпечує мобільний доступ до актуальних даних щодо стану сільськогосподарських культур, рекомендацій з їх обробки та захисту. Це дозволяє користувачам бути в курсі останніх наукових досліджень і тенденцій у сільському господарстві.

Джерело: складено автором

Агрономи можуть значно підвищити ефективність управління агрономічними процесами, зокрема, в плануванні та оптимізації витрат на засоби захисту рослин, добрива та інші ресурси; створення професійної спільноти це є пріоритетним напрямком розвитку, формування активної та динамічної спільноти агрономів, де фахівці зможуть не тільки обмінюватися досвідом, але й вчитися один у одного, підвищуючи загальний рівень агрономічної освіти та професіоналізму; швидке реагування на проблеми сільсько-господарських культур завдяки можливості миттєво отримувати відгуки та поради від колег, агрономи можуть швидко реагувати на зміни в умовах вирощування культур або на виникнення проблем, таких як поява шкідників чи хвороб.

Мобільний додаток «СкаЖений Агроном» є потужним інструментом для професіоналів агрономічної галузі в Україні, сприяючи обміну знаннями, науковими даними та практичним досвідом. Він підвищує ефективність управління агрономічними процесами, сприяє створенню активної професійної спільноти та дозволяє оперативно вирішувати проблеми, що виникають у процесі вирощування сільськогосподарських культур. З огляду на потенціал розвитку та інтеграції з іншими агрономічними інструментами, додаток може стати важливим елементом в еволюції сучасного агрономічного середовища. Мобільний додаток «СкаЖений Агроном» є потужним інструментом для обміну знаннями серед агрономів, проте, як і будь-яка технологія, він має певні недоліки та виклики, що можуть бути враховані для його подальшого вдосконалення.

Але нами визначені окремі недоліки даного додатку: обмеження в точності та достовірності інформації, оскільки додаток базується на обміні досвідом серед користувачів, є ризик отримання неперевіраних або неточних порад. Це може призвести до застосування неефективних або навіть шкідливих методів обробки культур. Проблема полягає в тому, що не всі користувачі додатку мають однаковий рівень професіоналізму та досвіду. Хоча додаток дозволяє обмінюватися знаннями

в широкому спектрі агрономічних питань, він може не надавати глибоких і детальних консультацій з вузьких тем, що потребують висококваліфікованих експертів. Це обмежує його ефективність у вирішенні специфічних або складних агрономічних задач. Інтерфейс додатку може бути складним для нових користувачів або для агрономів, які не мають досвіду в користуванні сучасними мобільними технологіями. Проблеми з інтуїтивною навігацією можуть знижувати ефективність використання додатка, особливо в умовах стресу чи термінових ситуацій. Оскільки додаток ґрунтується на обміні інформацією в режимі реального часу, його використання в районах з поганим мобільним зв'язком або інтернет-з'єднанням може бути ускладнене. Це є особливо актуальним для віддалених сільських територій, де доступ до стабільного інтернету обмежений. «Ска-Жений Агроном» може мати обмежену інтеграцію з іншими агрономічними платформами або інструментами, такими як системи для моніторингу стану ґрунту, погодні сервіси чи технології точного землеробства. Це обмежує можливості для комплексного управління агрономічними процесами. В наших дослідження визначені перспективні напрями розвитку: для підвищення достовірності наданої інформації можна ввести систему модерації або рейтингування консультацій, щоб дозволити користувачам оцінювати якість відповідей та перевіряти їх через експертів або наукові джерела. Створення партнерства з науковими установами та фахівцями також може забезпечити високий рівень точності порад; додаток може включати можливість прямої консультації з висококваліфікованими експертами з вузьких агрономічних питань, що дозволить отримувати більш детальну та професійну допомогу в складних ситуаціях. Також можна створити спеціалізовані групи або форуми для обговорення узкоспеціалізованих проблем; оновлення інтерфейсу з урахуванням зручності для користувачів різних рівнів навичок у мобільних технологіях стане важливим кроком у підвищенні ефективності використання додатка.

Розробка більш інтуїтивно зрозумілих меню та функцій дозволить полегшити доступ до всіх можливостей платформи; для забезпечення безперервної роботи додатку в умовах поганого інтернет-з'єднання можна розглянути можливість створення офлайн-режиму, де користувачі можуть завантажувати необхідні матеріали, консультації та обговорення для подальшого доступу без інтернету; для забезпечення комплексного управління агрономічними процесами важливо інтегрувати додаток з іншими системами моніторингу та аналізу (наприклад, системами для моніторингу погодних умов, базами даних для аналізу ґрунту або інструментами для точного землеробства). Це дозволить агрономам отримувати більш точні й актуальні дані для ухвалення обґрунтованих рішень; впровадження можливості додавати фотографії, відео та інші мультимедійні матеріали до обговорень може значно підвищити ефективність спілкування між користувачами та допомогти в ідентифікації проблем та пошуку рішень. Мобільний додаток «СкаЖений Агроном» має значний потенціал для розвитку та вдосконалення, однак для досягнення більшої ефективності та поширення серед агрономів необхідно працювати над покращенням точності інформації, розширенням функціоналу, оптимізацією інтерфейсу, а також інтеграцією з іншими агрономічними технологіями. Враховуючи ці напрями розвитку, додаток може стати важливим інструментом для професіоналів у галузі сільського господарства в Україні.

«Агроном» – це мобільний додаток, який поєднує функції калькулятора і енциклопедії, для розрахунку внесення необхідних поживних речовин у ґрунт, що є критичним аспектом у забезпеченні оптимальних умов для росту сільськогосподарських культур [25]. Основною метою цього додатку є допомога агрономам у визначенні точних норм внесення добрив і поживних речовин, з урахуванням типу ґрунту, потреб рослин та агрономічних умов. В табл. 3 проаналізовані функціональні можливості додатка «Агроном».

Таблиця 3

Функціональні можливості мобільного додатка «Агроном»

Складові мобільного додатка	Характеристика можливостей
Розрахунок необхідних норм внесення добрив	Додаток дозволяє агрономам точно визначати кількість необхідних поживних речовин для внесення в ґрунт, враховуючи специфіку сільськогосподарських культур, тип ґрунту та його початковий склад. Це дає можливість забезпечити рослини всіма необхідними елементами для їх оптимального росту і розвитку.
Інтерактивна база даних з агрономічними довідниками	У додатку міститься енциклопедія, що охоплює різноманітні аспекти агрономії, зокрема характеристики ґрунтів, типи добрив, методи їх застосування та ефективність різних підходів до внесення поживних речовин. Це дозволяє агрономам отримувати швидко і точну інформацію при прийнятті рішень.
Автоматичне коригування розрахунків згідно з локальними умовами	Додаток здатен враховувати специфічні умови користувача, такі як клімат, тип ґрунту, попередні культури, що дозволяє забезпечити точність розрахунків для конкретних агрономічних умов. Це дозволяє підвищити ефективність використання добрив та знизити їх надлишкове застосування.
Прогнозування потреб рослин у поживних елементах	Додаток може надавати прогнози щодо змін у потребах рослин у поживних речовинах в залежності від стадії росту культури та інших факторів, таких як погодні умови. Це дозволяє агрономам своєчасно коригувати внесення добрив, знижуючи ризик їх недостачі чи надлишку.
Інтерфейс з рекомендаціями щодо поліпшення структури ґрунту	Додаток може включати рекомендації щодо технологій поліпшення структури ґрунту, таких як застосування органічних добрив, мульчування, використання покривних культур, що сприяє збереженню родючості ґрунту та підвищенню його біологічної активності.

Джерело: складено автором

Нами визначені недоліки даного додатку: одним із значних обмежень є те, що точність розрахунків може бути знижена через недостатню деталізацію даних про конкретні типи ґрунтів і їх хімічний склад, а також через різноманітність в агрономічних практиках по регіонах; оскільки агрономічні рекомендації можуть змінюватися в залежності від нових наукових досліджень або змін у законодавстві, додаток потребує регулярного оновлення інформаційних баз і норм, що може вимагати значних зусиль від розробників; розрахунки залежать від точності даних, введених користувачем, таких як тип ґрунту, рівень поживних речовин, а також конкретні умови вирощування. Невірне введення даних може призвести до неадекватних рекомендацій; додаток може мати обмежену здатність до інтеграції з іншими системами управління агрономічними процесами, такими як платформи для моніторингу стану ґрунту, погодні сервіси або технології точного землеробства; додаток може надавати рекомендації на основі теоретичних даних, але не завжди враховує довгострокові ефекти внесення певних поживних речовин на ґрунт і навколишнє середовище.

Нами визначені основні пріоритети та напрями розвитку додатку: для підвищення точності розрахунків необхідно забезпечити додаток більш детальними даними про властивості ґрунтів в різних регіонах, враховуючи їх хімічний склад, кислотність, вологість тощо. Це дозволить точніше визначати потреби рослин у поживних елементах; розвиток додатку шляхом інтеграції з іншими технологіями, такими як системи моніторингу стану ґрунту, погодні сервіси, супутникові дані та інструменти для точного землеробства, дозволить створити більш комплексне середовище для управління агрономічними процесами; оновлення та розширення бази знань додатку, зокрема щодо новітніх агрономічних досліджень, змін у законодавстві, нових добрив і методів їх застосування, є необхідною умовою для забезпечення актуальності і точності рекомендацій; застосування методів штучного інтелекту та машинного навчання для покращення прогнозування потреб рослин у поживних речовинах дозволить розвинути

додаток у напрямку більш точної адаптації рекомендацій до змінних умов навколишнього середовища; розробка додатку з можливістю використання офлайн (без постійного доступу до Інтернету) та надання користувачам доступу до різноманітних функцій, таких як аналіз ґрунту, управління внесенням добрив та планування сівозміни, стане важливим етапом розвитку. Мобільний додаток «Агроном» є важливим інструментом для агрономів, що займаються розрахунком внесення поживних речовин у ґрунт.

«Geometer» – професійний мобільний додаток [26], розроблений компанією ГеоМетр Україна, який дозволяє здійснювати точний обмір площ земельних ділянок, а також проводити їх розбивку для сільськогосподарських потреб (табл. 4).

Однак, для досягнення більш високої ефективності його використання, необхідно враховувати актуалізацію даних, точність розрахунків, інтеграцію з іншими агрономічними платформами та технологіями, а також підвищення функціональності. Розвиток цих напрямів дозволить додатку стати більш потужним і ефективним інструментом для сучасного агронома. Однією з основних функцій є інтеграція з хмарним веб-сервісом Агропрофіль, що забезпечує збереження всіх даних про земельні ділянки в реальному часі та доступ до них з будь-якого пристрою з підключенням до Інтернету.

Нами визначені позитивні аспекти додатку: завдяки інтеграції з GPS та можливості перевірки даних через Геокадастр України, додаток забезпечує високу точність вимірів і надає користувачам можливість швидко та ефективно визначати точні межі земельних ділянок; Geometer має простий і зрозумілий інтерфейс, що робить його доступним навіть для користувачів, які не мають значного досвіду в галузі геодезії чи землевпорядкування; хмарне зберігання даних забезпечує безпечний доступ до інформації з будь-якого місця і в будь-який час, що особливо зручно для великих сільськогосподарських підприємств, де важливо мати доступ до актуальних даних про земельні ділянки; завдяки спеціалізованим пристроям Geometer SCOUT, які мають підвищену стійкість до зовнішніх впливів, додаток можна використовувати навіть у складних польових умовах, де традиційні мобільні пристрої можуть вийти з ладу.

Таблиця 4

Особливості застосування додатка «Geometer»

Складові мобільного додатка	Характеристика можливостей
Обмір земельних ділянок	Додаток дозволяє агрономам, землеустроєм та іншим фахівцям точно вимірювати площу земельних ділянок за допомогою мобільних пристроїв, таких як смартфони чи планшети. Процес вимірювання здійснюється через використання вбудованих GPS-систем, що гарантує високу точність вимірів.
Розбивка полів	Однією з важливих функцій є можливість розбивки полів для майбутніх посівів, планування сівозміни, а також підготовки до агрономічних робіт. Користувачі можуть отримувати точні координати та межі ділянок, що значно спрощує процес землевпорядкування.
Інтеграція з Геокадастром України	Геометр надає можливість перевіряти межі та точку розташування земельних ділянок безпосередньо на карті Геокадастру України, що є значною перевагою порівняно з аналогічними додатками. Це дає змогу точно визначати місце розташування ділянки в межах офіційно зареєстрованої земельної інформації.
Хмарне зберігання даних	Всі дані, отримані за допомогою додатку, зберігаються в хмарному веб-сервісі Агропрофіль, що дозволяє користувачам мати доступ до актуальної інформації в будь-який час та з будь-якого пристрою. Це особливо важливо для великих господарств, де необхідно підтримувати зв'язок між різними відділами та фахівцями.
Спеціалізовані пристрої	Додаток також доступний на спеціальних мобільних пристроях Geometer SCOUT, які захищені від механічних пошкоджень, пилу і вологи, що дозволяє використовувати його навіть в умовах важкого виробничого середовища, таких як відкриті поля чи виробничі об'єкти.

Джерело: складено автором

Крім позитивних аспектів нами визначені окремі недоліки додатку: додаток орієнтований на професіоналів, що може обмежувати його використання серед менш досвідчених користувачів. Для новачків у галузі землевпорядкування чи агрономії може виникнути певна складність в освоєнні функціоналу додатку без попередньої підготовки; хоча додаток доступний на смартфонах та планшетах, для забезпечення належної точності вимірів і роботи з хмарними сервісами можуть знадобитися мобільні пристрої високого класу з потужними GPS-системами. Використання бюджетних пристроїв може призвести до зниження точності даних; всі дані зберігаються в хмарі, що вимагає наявності стабільного Інтернет-з'єднання для доступу до інформації. Відсутність зв'язку в польових умовах може обмежити можливість отримання актуальних даних або редагування інформації; оскільки додаток використовує дані з Геокадастру України, можуть виникнути затримки в оновленні картографічних матеріалів, що може призвести до неточностей у визначенні меж земельних ділянок, якщо інформація на карті не була своєчасно оновлена.

Пріоритети та напрями розвитку даного додатку: розвиток можливостей для інтеграції з іншими платформами, що використовуються в агрономії та землевпорядкуванні, дозволить створити більш комплексну екосистему для управління земельними ділянками; для забезпечення широкого доступу до додатка варто розглянути можливість підтримки додаткових мобільних пристроїв з різними характеристиками, щоб забезпечити можливість використання як для професіоналів, так і для новачків; оскільки мобільний додаток залежить від Інтернет-з'єднання для збереження і обміну даними в хмарному сервісі, розробка функцій, що дозволяють працювати в режимі офлайн, стане важливим напрямом розвитку, особливо в польових умовах, де доступ до Інтернету може бути обмежений; . для забезпечення високої точності додатку в подальшому необхідно забезпечити більш регулярне оновлення картографічних даних, що використовуються для перевірки меж земельних ділянок, що дозволить усунути можливі неточності.

Додаток «Geometer» є потужним інструментом для обмірів та розбивки земельних ділянок, що має безліч переваг, зокрема високу точність, інтеграцію з Геокадастром України та можливість зберігання даних у хмарі. Однак для його вдосконалення необхідно працювати над покращенням підтримки різних типів пристроїв, функціоналом офлайн-доступу та оновленням картографічних даних.

«Geotrack EVO» – професійний мобільний додаток, розроблений компанією ГеоМетр Україна, який призначений для систем паралельного водіння та агронавігації. Цей додаток є доповненням до Geometer, і разом з ним він надає комплексне рішення для агрономів і операторів сільськогосподарської техніки, орієнтуючись на підвищення ефективності обробки ґрунтів та оптимізацію використання технічних засобів в аграрному секторі. В табл. 5 визначені ключові можливості мобільного додатка Geotrack EVO. Визначені окремі недоліки додатку Geotrack EVO: для забезпечення високої точності роботи системи паралельного водіння та агронавігації, Geotrack EVO вимагає використання техніки з потужними GPS-системами та сучасними сенсорами. Недостатньо точні або застарілі пристрої можуть значно знизити ефективність використання додатку; для максимально ефективного використання та доступу до аналітики в режимі реального часу необхідно стабільне Інтернет-з'єднання.

Це може бути обмеженням в деяких регіонах або на великих полях з поганим покриттям мережі; впровадження системи паралельного водіння та агронавігації вимагає значних фінансових витрат, включаючи придбання відповідного обладнання (системи GPS, датчики) і навчання персоналу. Це може бути недоступно для малих фермерських господарств; додаток може бути складним для користувачів, які не мають досвіду в агронавігації або точному землеробстві. Встановлення та налаштування системи паралельного водіння потребує додаткової технічної підтримки та знань про роботу сільськогосподарських машин. Запропоновані перспективи розвитку додатку Geotrack EVO: для поліпшення користувацького досвіду в майбутньому можливою є інтеграція з іншими

Таблиця 5

Ключові можливості мобільного додатка Geotrack EVO

Складові мобільного додатка	Характеристика можливостей
Система паралельного водіння	Geotrack EVO забезпечує точне паралельне водіння сільськогосподарської техніки, що дозволяє агрономам і водіям здійснювати обробку земельних ділянок з високою точністю, мінімізуючи пропуски та перекриття в обробці. Це значно знижує витрати на паливо, зменшує навантаження на техніку і забезпечує рівномірність обробки ґрунту.
Агронавігація та планування маршруту	За допомогою Geotrack EVO можна оптимізувати маршрути руху сільськогосподарської техніки, враховуючи рельєф місцевості, межі полів та існуючі перешкоди. Це дозволяє не тільки підвищити ефективність роботи техніки, але й забезпечити економію часу, знизивши витрати на обробку великих земельних площ.
Інтеграція з іншими аграрними системами	Додаток підтримує інтеграцію з іншими агрономічними та агронавігаційними платформами, такими як Geometer, що дозволяє агрономам повністю автоматизувати процес обробки полів. Використання даних з хмарних сервісів і систем точного землеробства дозволяє отримати детальніше уявлення про стан ґрунту та необхідність внесення добрив чи засобів захисту.
Моніторинг та аналітика	Geotrack EVO надає можливість здійснювати моніторинг діяльності сільськогосподарської техніки в реальному часі. Завдяки аналітичним функціям додатку, користувачі можуть оцінювати ефективність використання ресурсів, таких як паливо, засоби захисту рослин, а також динаміку роботи техніки в процесі обробки земель.

Джерело: складено автором

сільськогосподарськими платформами, що дозволить автоматично передавати дані між різними системами для більш точного управління агрономічними та земельними процесами; розвиток функцій для малих тракторів і іншої техніки з меншою потужністю дозволить адаптувати додаток для малих фермерських господарств. Це дасть змогу більш широкому колу користувачів скористатися технологією паралельного водіння та агронавігації.

Для покращення ефективності роботи в умовах обмеженого Інтернет-з'єднання варто розвивати можливості офлайн-режиму для геолокаційних функцій, що дозволить здійснювати точний обмір і навігацію без постійного підключення до Інтернету. Подальший розвиток функцій аналітики і моніторингу в реальному часі дозволить агрономам та операторам краще відстежувати не тільки ефективність роботи техніки, але й стан ґрунту, рельєфу, метеорологічні умови, що дасть змогу приймати обґрунтованіші рішення щодо управління сільськогосподарським процесом.

Додаток «Geotrack EVO» є потужним інструментом для агрономів, який забезпечує точне паралельне водіння та агронавігацію, що сприяє підвищенню ефективності обробки земельних ділянок. Проте для досягнення максимального потенціалу, потрібно подолати ряд обмежень, таких як висока вартість впровадження та залежність від висококласних пристроїв. Подальший розвиток цього додатку може значно покращити його функціональність та доступність для ширшого кола користувачів.

«Мобільний агроном» – офіційний додаток від компанії Кернел, який спрямований на автоматизацію та оптимізацію процесів агрономічного менеджменту в аграрному секторі. Додаток дозволяє агрономам та фахівцям з управління сільським господарством ефективно здійснювати моніторинг і керування витратами на насіння, пестициди, товарно-матеріальні цінності (ТМЦ) та інші ресурси, необхідні для ведення сільськогосподарської діяльності. В табл. 6 проаналізовані функціональні переваги додатка «Мобільний агроном».

Додаток «Мобільний агроном» є потужним інструментом для агрономів, спрямованим на автоматизацію процесів управління ресурсами та оптимізацію витрат на сільськогосподарські матеріали.

Таблиця 6

Функціональні переваги додатка «Мобільний агроном»

Складові мобільного додатка	Характеристика
1	2
Автоматизація управління ресурсами	Додаток дозволяє агрономам здійснювати моніторинг витрат на насіння, пестициди, добрива та інші матеріали у реальному часі, що забезпечує високий рівень контролю та зниження витрат на ресурси. В автоматичному режимі здійснюється облік витрат матеріальних ресурсів, що дозволяє оперативно коригувати плани і здійснювати їх коректне управління.
Оптимізація витрат	Завдяки точному обліку і розподілу матеріальних ресурсів (насіння, пестициди, ТМЦ) на різні ділянки полів, додаток дозволяє оптимізувати їх витрату. Це зменшує ризики перевитрати ресурсів і сприяє максимальному використанню наявних матеріалів, знижуючи загальні витрати на виробництво сільськогосподарської продукції.
Прогнозування та планування	Мобільний агроном забезпечує агрономів можливістю прогнозувати потреби в ресурсах на майбутні сезони, що дозволяє своєчасно закуповувати необхідні матеріали, планувати їх доставку та ефективно розподіляти на полях. Завдяки детальним даним і аналітиці, агрономи можуть приймати більш обґрунтовані рішення щодо вибору сортів насіння, оптимальних норм внесення пестицидів і добрив.

Продовження таблиці 6

1	2
Інтеграція з іншими системами управління	Додаток взаємодіє з іншими платформами і програмами управління агрономічними процесами, що дає змогу отримувати повні дані про стан полів, схеми обробки та результати застосування засобів захисту рослин, а також здійснювати їх коригування залежно від змінних умов.
Підвищення ефективності робочих процесів	Використання мобільного додатку дозволяє агрономам автоматизувати багато аспектів управління полями, що знижує необхідність в ручному обробці даних, прискорює процеси звітності та покращує загальну ефективність ведення господарства. Це дозволяє фахівцям зосередитися на стратегічних аспектах ведення агробізнесу, підвищуючи загальну продуктивність.
Мобільність та доступність даних	Оскільки додаток має мобільну платформу, агрономи можуть отримувати необхідну інформацію та здійснювати управління ресурсами в будь-якому місці та в будь-який час, що підвищує оперативність реагування на зміни умов або потреби в ресурсах.
Зручний інтерфейс	Додаток має зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що дозволяє агрономам швидко орієнтуватися в системі, знаходити необхідну інформацію та здійснювати управлінські операції без значних затрат часу на навчання або адаптацію до програмного забезпечення.

Джерело: складено автором

«Байер: Асистент агронома» – мобільний додаток для агрономів, розроблений компанією Bayer Україна, та її можливості застосування в табл. 7.

Його застосування дозволяє досягти високого рівня ефективності, знизити витрати і підвищити якість агрономічного менеджменту, що, в свою чергу, веде до підвищення прибутковості сільськогосподарських підприємств.

Таблиця 7

**Розширені можливості
застосування додатка «Байер: Асистент агронома»**

Переваги	Характеристика
1	2
Інтегрований довідник рослин і шкідників	Додаток включає докладний довідник, що охоплює широкий спектр рослин та шкідників, характерних для українських агропейзажів. Така база даних надає агрономам можливість швидко і точно ідентифікувати шкідливі організми, хвороби та визначати оптимальні способи боротьби з ними, що є критично важливим для своєчасного вжиття заходів з обробки і захисту посівів.
Калькулятори для агронома	Вбудовані калькулятори дозволяють агрономам здійснювати швидкі розрахунки щодо норм внесення добрив, пестицидів, гербіцидів та інших агрохімікатів. Це дає змогу оптимізувати витрати на засоби захисту рослин та забезпечити точне застосування необхідних речовин, що, в свою чергу, сприяє збереженню навколишнього середовища і зниженню витрат на агрономічні операції.
Каталог продукції Bayer	Додаток надає доступ до повного каталогу агрохімічної продукції, що виробляється компанією Bayer, з детальними характеристиками та інструкціями щодо застосування. Це дозволяє агрономам отримати актуальну інформацію щодо ефективності препаратів, що використовуються для захисту сільськогосподарських культур, та правильно обирати продукцію в залежності від специфіки вирощуваних культур і наявних проблем.

Продовження таблиці 7

1	2
Зв'язок з українським законодавством	Оскільки додаток включає актуальну інформацію, прив'язану до законодавчих вимог України, агрономи отримують змогу працювати згідно з національними стандартами та регламентами щодо використання агрохімії, що знижує ризики порушень і забезпечує відповідність місцевим нормативам.
Підвищення ефективності управління агропроцесами	Завдяки швидкому доступу до необхідної інформації та інструментів для планування та розрахунків, додаток дозволяє агрономам краще планувати і координувати агропроцеси, знижуючи ймовірність помилок при розрахунках і виборі препаратів.
Мобільність та доступність	Мобільний формат додатку забезпечує агрономам доступ до всіх необхідних інструментів і даних безпосередньо в полі, що дозволяє оперативно приймати рішення і вживати заходів на основі актуальної інформації, що значно підвищує продуктивність і зменшує час, витрачений на пошук та обробку даних.
Інтерфейс, адаптований для користувачів	Інтерфейс додатку спроектовано таким чином, щоб забезпечити максимальну зручність у використанні, незалежно від рівня досвіду користувача. Це дозволяє агрономам швидко освоїти програму і інтегрувати її у свою щоденну діяльність.

Джерело: складено автором

Додаток сприяє підвищенню ефективності роботи агрономів шляхом надання їм доступу до цінної інформації, інструментів для розрахунків та продукції компанії Bayer. Додаток містить інтегровані функції, що допомагають фахівцям у галузі агрономії ефективно вирішувати завдання, пов'язані з обробкою та захистом рослин, а також управлінням сільськогосподарськими процесами.

Мобільний додаток «Байер: Асистент агронома» є потужним інструментом для агрономів, що забезпечує доступ до детальної

і актуальної інформації про рослини, шкідників та продукцію компанії Bayer, а також надає зручні інструменти для розрахунку витрат і оптимізації застосування агрохімії. Це сприяє підвищенню ефективності агрономічного менеджменту, зменшенню витрат на агрозаходи та покращенню результатів вирощування сільськогосподарських культур.

«Agronomist» – мобільний додаток, розроблений для користувачів системи агрономічного обліку AgroOnline, який надає агрономам можливість здійснювати оперативний моніторинг стану сільськогосподарських культур, фіксувати фото – та відеоматеріали безпосередньо на полях та надсилати звіти в основну систему для подальшого аналізу і прийняття управлінських рішень. Нами в табл. 8 згруповані можливості застосування додатку «Agronomist».

Мобільний додаток «Agronomist» є потужним інструментом для агрономів, що працюють у системі AgroOnline. Він дозволяє значно підвищити ефективність моніторингу та управління станом сільськогосподарських культур завдяки оперативному збору та передачі даних в реальному часі, покращує точність звітності, а також забезпечує високий рівень взаємодії серед фахівців агрономічного сектору. Це сприяє прийняттю більш обґрунтованих рішень, що веде до підвищення продуктивності та оптимізації процесів у сільському господарстві.

Таблиця 8

**Можливості та переваги
застосування додатка «Agronomist»**

Переваги	Можливості
1	2
Оперативний моніторинг та звітність	Завдяки можливості знімати фото і відео прямо на місці, агрономи можуть фіксувати реальний стан полів та культур у режимі реального часу. Ці дані негайно надсилаються в систему AgroOnline, що дозволяє здійснювати швидкий аналіз ситуації та вжити необхідних заходів щодо покращення стану посівів. Такий підхід

Продовження таблиці 8

1	2
	дозволяє значно знизити часові витрати на передачу інформації і підвищити оперативність реагування.
Забезпечення точності та достовірності даних	Завдяки функціям фотозвітності та відеофіксації, агрономи мають можливість фіксувати фактичний стан полів у найдрібніших деталях, що підвищує точність та достовірність звітності. Відео та фото матеріали служать надійним джерелом інформації для подальшого аналізу стану культур і прийняття рішень.
Безперервний доступ до актуальної інформації	Доступ до мобільного додатку дозволяє агрономам перебувати на полі, при цьому підтримуючи безперервний зв'язок з центральною базою даних AgroOnline. Це забезпечує постійний доступ до актуальної інформації про стан полів, що дозволяє ефективно організовувати роботу і своєчасно реагувати на зміни.
Покращена взаємодія між фахівцями	Оскільки додаток доступний лише для зареєстрованих користувачів системи AgroOnline, він сприяє створенню єдиного інформаційного простору для агрономів і менеджерів, забезпечуючи обмін даними в межах однієї організації. Це покращує комунікацію і дозволяє здійснювати спільне прийняття рішень на основі одних і тих же даних.
Легкість в обробці звітів	Мобільний додаток значно спрощує процес складання звітності. Агрономи можуть не тільки зафіксувати фото та відео матеріали, а й прикріпити їх до відповідних звітів, що значно знижує ймовірність помилок при обробці та аналізі даних. Це дозволяє автоматизувати багато рутинних операцій і знизити адміністративне навантаження на агрономів.
Захист та безпека даних	Оскільки додаток є частиною системи AgroOnline, він гарантує високий рівень безпеки і захисту персональних даних користувачів. Всі відправлені звіти та матеріали зберігаються в захищеній інформаційній системі, що запобігає витоку або втраті важливої агрономічної інформації.

Продовження таблиці 8

1	2
Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс	Додаток розроблений таким чином, щоб бути максимально зручним і зрозумілим для агрономів. Його інтерфейс дозволяє швидко орієнтуватися і ефективно використовувати всі функціональні можливості, навіть для користувачів, які не мають великих технічних навичок.

Джерело: складено автором

«Агріо» – мобільний додаток професійного рівня, розроблений для виявлення хвороб і шкідників рослин шляхом аналізу фотографій, супутникових знімків та прогнозів погоди. Цей додаток, побудований на основі штучного інтелекту (ШІ), використовує гігабайти даних, що містять реальні фотографії рослин з полів по всьому світу, для точного і своєчасного визначення загроз здоров'ю сільськогосподарських культур. В табл. 9 наведена інформація щодо змісту та функціоналу мобільного додатку «Агріо».

Таблиця 9

Зміст та функціонал мобільного додатка «Агріо»

Зміст функціоналу	Характеристика
1	2
Ідентифікація хвороб і шкідників за допомогою штучного інтелекту	Завдяки алгоритмам штучного інтелекту, додаток здатний аналізувати зображення рослин, на яких можуть бути ознаки захворювань або пошкоджень шкідниками. За допомогою навчання на великому обсязі реальних фотографій, додаток може швидко і точно визначати типи хвороб, шкідників чи стресових ситуацій, що дозволяє агрономам своєчасно вжити заходів для захисту рослин.
Інтеграція з супутниковими знімками	Додаток використовує супутникові знімки, що дозволяє здійснювати моніторинг великих територій, відстежувати розвиток культур та

Продовження таблиці 9

1	2
	виявляти потенційні проблеми ще до того, як вони стануть помітними на рівні окремих рослин. Це дає змогу здійснювати раннє попередження і дозволяє оптимізувати планування агрозаходів.
Прогнози погоди та їх вплив на стан рослин	Мобільний додаток має можливість інтеграції з метеорологічними даними, що дозволяє агрономам прогнозувати умови для розвитку хвороб і шкідників. Прогнози погоди враховують зміни температури, вологості, опадів, які можуть сприяти розвитку конкретних видів шкідників або захворювань. Це дає змогу здійснювати більш ефективне планування обробок і захисту рослин від стресових факторів навколишнього середовища.
Глобальна база даних	Мобільний додаток містить величезну базу даних, що включає реальні фотографії рослин з різних куточків світу. Це дозволяє порівнювати рослини на полях із прикладами з глобальної бази, що підвищує точність виявлення захворювань і шкідників, враховуючи різні кліматичні та географічні умови.
Зручність і доступність для користувачів	Інтерфейс додатку спроектований так, щоб він був інтуїтивно зрозумілим і доступним для користувачів без спеціалізованих технічних знань. Агрономи можуть швидко здійснювати знімки рослин, аналізувати їх за допомогою додатка та отримувати рекомендації щодо подальших дій, що значно спрощує процес моніторингу і прийняття рішень.
Оптимізація використання ресурсів	За допомогою точних рекомендацій щодо використання пестицидів, гербіцидів та інших засобів захисту рослин, додаток допомагає знизити витрати на агрохімікати, застосовуючи їх лише у разі необхідності та у відповідних дозах. Це не лише знижує витрати, але й сприяє більш сталому веденню сільського господарства.

Продовження таблиці 9

1	2
Рання діагностика і оперативні заходи	Можливість оперативно виявляти хвороби і шкідників дозволяє агрономам своєчасно вживати заходів для запобігання їх поширенню. Раннє виявлення проблеми є критично важливим для запобігання великим втратам врожаю та забезпечення здоров'я рослин.

Джерело: складено автором

Мобільний додаток «Агріо» є потужним інструментом для агрономів, що дозволяє точно і швидко виявляти хвороби та шкідників на рослинах за допомогою штучного інтелекту, супутникових знімків та прогнозів погоди. Це забезпечує своєчасну діагностику проблем і дозволяє агрономам приймати більш обґрунтовані рішення щодо захисту рослин, що сприяє підвищенню ефективності сільсько-господарського виробництва і зменшенню витрат на агрохімікати.

Мобільний додаток EVAPO, якщо йдеться про додаток для моніторингу випаровування води та прогнозування водного балансу, має значний потенціал для застосування в різних сферах [27, с. 11]. Ось кілька можливих напрямків його використання згруповані в табл. 10.

Для агрономічного профілю мобільний додаток EVAPO може мати значний потенціал у кількох ключових напрямках. Ось розширене пояснення, як саме цей додаток може бути корисним у сільському господарстві та агрономії: прогнозування потреби в зрошенні: EVAPO допомагає фермерам або агрономам точно прогнозувати, коли і скільки води потрібно для зрошення. Це базується на даних про випаровування води, що дозволяє оптимізувати витрати води. Завдяки точним даним можна уникнути як перевитрати води, так і її нестачі; використання точних прогнозів для зрошення дозволяє зменшити надмірне використання води, що важливо для підтримання сталості водних ресурсів, особливо в регіонах з обмеженими водними запасами; додаток може прогнозувати зміни в умовах випаровування внаслідок кліматичних змін.

Таблиця 10

**Напрями використання
мобільного додатка EVAPO в агрономії**

Галузь	Напрямок використання	Характеристика можливості
1	2	3
Сільське господарство	Управління зрошенням	Додаток може допомогти фермером визначати, коли і скільки води потрібно додавати для зрошення, зважаючи на погодні умови і рівень випаровування. Це дозволить зменшити витрати води та підвищити врожайність.
	Аналіз водного балансу	Використовуючи дані про випаровування, можна оцінити ефективність використання води на полях і вдосконалити агрономічні практики.
Охорона навколишнього середовища	Контроль за водними ресурсами	Система може допомогти в оцінці водних ресурсів в басейнах річок чи інших природних водних об'єктах, прогнозуючи зміни в рівні води залежно від рівня випаровування.
	Аналіз кліматичних змін	За допомогою мобільного додатка можна аналізувати тенденції зміни клімату, що дозволяє прогнозувати довгострокові ефекти для екосистем.
Будівництво	Моніторинг вологості ґрунту	Для будівельних проєктів, де важливим є стан ґрунту (наприклад, під час будівництва або реконструкції), додаток може використовуватися для відслідковування рівня вологості ґрунту, щоб визначити оптимальний час для робіт.
Дослідження та освіта	Навчальні цілі	Мобільний додаток може бути корисним для студентів агрономічних, екологічних та інженерних факультетів,

Продовження таблиці 10

1	2	3
		допомагаючи їм на практиці розуміти процеси випаровування води та їхнє значення в різних сферах.
	Наукові дослідження	Використання даних з додатку для наукових досліджень у галузях кліматології, водного менеджменту та агрономії.

Джерело: складено автором

Це дозволяє агрономам своєчасно адаптувати методи зрошення і вибір культур до нових умов. Використовуючи дані про випаровування, можна точніше визначити водний баланс ґрунту в реальному часі. Це дає можливість агрономам визначити рівень вологи в ґрунті і приймати обґрунтовані рішення щодо поливу та обробки ґрунту. Інформація про рівень випаровування дозволяє більш точно прогнозувати час збору врожаю, виходячи з вологозабезпеченості ґрунту. Це допомагає у плануванні сівозміни, зокрема у виборі культур, які найкраще підходять для поточних кліматичних і водних умов. Надмірне або недостатнє зрошення може привести до стресу рослин. За допомогою додатку можна своєчасно коригувати режим поливу, що сприяє оптимальному росту та розвитку рослин. Дані про випаровування можуть використовуватися для прогнозування потенційної врожайності культур, оскільки рівень водного стресу прямо впливає на ріст рослин. Це дозволяє агрономам отримати більш точні дані про очікуваний урожай. Ситуації, коли рослини переживають водний стрес (недостатньо води або надлишок), часто призводять до ослаблення рослин, що робить їх більш вразливими до шкідників та хвороб. Використовуючи дані EVAPO, агрономи можуть вчасно вжити заходів для зниження рівня стресу у рослин та запобігти таким проблемам. На основі даних про випаровування можна провести зонування полів за потребами в воді. Це дозволяє більш ефективно розподіляти

водні ресурси та зменшити витрати. Аналіз випаровування дозволяє оцінити, наскільки ефективно працюють системи зрошення та агрономічні технології, що застосовуються на полях. Це допомагає виявити слабкі місця і прийняти рішення щодо вдосконалення технологій.

ЕВАРО може бути корисним інструментом для агрономів, які займаються дослідженнями ефективності різних методів зрошення, змін клімату, впливу водного стресу на рослини та ін. Використовуючи дані з додатку, можна проводити дослідження та експерименти, щоб зрозуміти, як оптимізувати умови для росту культур. Додаток може бути корисним у навчанні агрономів і студентів агрономічних факультетів. Це дозволяє на практиці вивчати взаємозв'язок між водним балансом, випаровуванням і ростом рослин. Оптимізуючи режим зрошення, можна покращити загальний стан рослин і зменшити потребу в додаткових агрохімікатах для їхнього розвитку. Це також сприяє зменшенню екологічного навантаження. Інтеграція з датчиками ґрунту та погодними станціями: ЕВАРО може бути інтегрований з іншими системами, такими як датчики вологості ґрунту або локальні погодні станції. Це дозволить отримувати більш точні дані і покращити управління водними ресурсами на полях.

Результати, які можна отримати спеціалісти агрономічної служби: покращення ефективності використання води на полях, зниження витрат на зрошення та поліпшення водного балансу, збільшення врожайності завдяки оптимальному догляду за рослинами, зменшення стресу у рослин через точне прогнозування зрошення, покращення планування сівозміни за рахунок більш точних даних про потреби культур, можливість раннього виявлення проблем (наприклад, водного дефіциту або надлишку) для коригування агрономічних практик. Використання такого додатка дозволить агрономам приймати більш обґрунтовані рішення, покращити результати сільськогосподарських робіт та зменшити екологічне навантаження.

Практично всі згадані додатки доступні для завантаження на платформах Android та iOS через Google Play або AppStore. Професійні додатки, такі як Geometer і Geotrack EVO, можна завантажувати безпосередньо з офіційного доступу розробника ГеоМетр Україна. Більшість додатків підтримують багатомовний інтерфейс, що забезпечує їх доступність для користувачів по всьому світу. В Україні існує кілька програм та мобільних додатків для агрономів та сільськогосподарських підприємств, які допомагають розраховувати дозу добрив та оптимізувати використання агрохімікатів. Ці програми можуть включати як базові інструменти для розрахунку доз добрив, так і повноцінні платформи для моніторингу стану ґрунту, аналізу потреб рослин та прогнозування врожайності. Ось список основних програм для розрахунку доз добрив в Україні, згрупованих за типами використання в табл. 11.

Таблиця 11

Програми для розрахунку доз добрив в Україні

Назва програми	Тип використання	Особливості
1	2	3
Програми для розрахунку доз добрив зосереджуються безпосередньо на розрахунку доз добрив для оптимізації їх використання.		
AgroCalc	Програма для агрономів	Розрахунок норм добрив, рекомендації з дозування за типами ґрунтів та культур, аналіз потреб рослин.
Fertility Manager	Для сільськогосподарських підприємств	Розрахунок потреби в добривах на основі аналізу ґрунту, рекомендації по оптимізації витрат на добрива.
AgroSoft	Для агрономів, фермерів	Автоматизований розрахунок доз добрив, калькулятори для внесення азотних, фосфорних і калійних добрив.

Продовження таблиці 11

1	2	3
Інтегровані платформи для агрономічного моніторингу – розрахунок доз добрив, але й інші функції для моніторингу ґрунту, рослин та агропроцесів.		
FieldClimate	Інтегрована агрономічна платформа	Розрахунок доз добрив на основі даних про стан ґрунту, вологості та температури. Платформа для агрохімії та сільського господарства.
Sparc	Для агропідприємств	Повноцінна система для управління сільським господарством, включає інструменти для розрахунку норм добрив, моніторингу ґрунтів та рослин.
AgroStar	Для агрономів та фермерів	Мобільний додаток для моніторингу стану культур, рекомендації щодо добрив і пестицидів, аналіз ґрунту.
Програми для аналізу ґрунту та рекомендацій по внесенню добрив – надають рекомендації по внесенню добрив на основі аналізу складу ґрунту.		
SoilIQ	Для агрономів і фермерів	Аналіз складу ґрунту, рекомендації щодо оптимальних доз добрив для різних культур.
SoilTest	Для сільсько-господарських підприємств	Програма для аналізу ґрунту і добрив, яка допомагає визначити потребу в добривах на основі результатів тестування.
Katalizator	Для агрономів та фермерів	Спеціалізоване програмне забезпечення для розрахунку доз добрив і корекції рН ґрунту.
Мобільні додатки для агрономів та фермерів – мобільні додатки допомагають візуалізувати та контролювати внесення добрив, а також пропонують рекомендації на основі польових даних.		

Продовження таблиці 11

1	2	3
FieldMate	Для фермерів	Мобільний додаток для агрономів, який дає рекомендації щодо внесення добрив залежно від аналізу ґрунту та кліматичних умов.
AgriSync	Для фермерів та агрономів	Мобільний додаток для ведення обліку внесення добрив, записів по культурі та прогнозування потреб.
FarmManager	Для сільсько-господарських підприємств	Мобільна платформа для моніторингу сільськогосподарських культур, розрахунку доз добрив, а також планування сівозміни.
Програми для оптимізації агрохімікатів допомагають не лише в розрахунку добрив, а й у комплексному управлінні агрохімікатами та їх оптимізації		
CropControl	Для агрономів, агропідприємств	Програма для управління агрохімічними речовинами, зокрема добривами, засобами захисту рослин, оптимізації їх витрат.
AgroExpert	Для фермерів та агрономів	Платформа для управління сільським господарством, в тому числі для оптимізації дозування добрив та моніторингу хімічного складу рослин.

Джерело: складено автором

В Україні існує багато програм, які допомагають агрономам та сільськогосподарським підприємствам розраховувати дозу добрив, а також інтегровані платформи для моніторингу стану ґрунту та рослин. Вибір програми залежить від потреб агронома або фермерського господарства, доступних функцій (наприклад, аналіз ґрунту, рекомендації щодо застосування добрив, інтеграція

з іншими агрономічними системами) та ціни. Аналіз мобільних додатків, які використовуються агрономічними службами в зарубіжних країнах, зібраний у табл. 12. Ці додатки допомагають в управлінні сільським господарством, зрошенням, моніторингу стану рослин, прогнозуванні погоди та багатьох інших аспектах.

Таблиця 12

Основні мобільні додатки в зарубіжних країнах

Назва додатка	Країна / Регіон	Основні функції	Тип використання	Підключення до інфраструктури
1	2	3	4	5
FarmLogs	США	Моніторинг полів, аналіз врожайності, планування сівозміни, прогнозування зрошення, аналіз витрат.	Приватні фермери, агрономи	Веб-платформа, інтеграція з сенсорами
AgriWebb	Австралія	Управління фермерським господарством, управління худобою, контроль за здоров'ям тварин, звіти та аналітика.	Сільське господарство, тваринництво	Хмарні сервіси, інтеграція з IoT
CropX	США, Європа	Моніторинг вологості ґрунту, аналіз потреби в зрошенні, точне зрошення, прогнозування врожайності.	Сільське господарство, зрошення	Датчики на полях, інтеграція з фермерськими системами

Продовження таблиці 12

1	2	3	4	5
Climate FieldView	США, Канади	Моніторинг кліматичних умов, зрошення, врожайності, підрахунок витрат на добрива.	Приватні фермери, агрономи	Інтеграція з GPS, сенсори на полях
FarmBeats	США	Інтеграція даних з сенсорів, прогнозування кліматичних змін, аналіз врожайності, моніторинг вологості.	Приватні фермери, агрономи	Інтеграція з IoT, датчики на полях
John Deere Operations Center	США, Європа	Моніторинг роботи техніки, управління полями, планування сівозміни, аналітика виробничих процесів.	Сільське господарство, агрономи	Інтеграція з технікою John Deere
AgriSync	США, Канади	Відеозв'язок для консультацій, технічна підтримка для фермерів, моніторинг стану техніки.	Сільське господарство	Відеоконференції, інтеграція з сервісами підтримки
Taranis	США, Європа, Лат. Америка	Моніторинг стану посівів за допомогою дронів, аналіз хвороб та шкідників, оптимізація застосування пестицидів.	Агрохімія, сільське господарство	Дрони, штучний інтелект для аналізу зображень
SmartFarm	Великобританія	Аналіз погодних умов, моніторинг стану ґрунту та врожайності, управління полями	Приватні фермери, агрономи	Інтеграція з датчиками, системи моніторингу

Продовження таблиці 12

1	2	3	4	5
		врожайності, управління полями.		
eAgronom	Естонія, Латвія	Моніторинг полів, облік витрат на агрохімікати, планування сіво- зміни, аналіз даних з полів.	Сільське госпо- дарство, фермери	Хмарні сервіси, інтеграція з GPS

Джерело: складено автором

Ці додатки мають різні можливості і застосовуються у різних аспектах сільського господарства, включаючи зрошення, управління врожайністю, моніторинг стану рослин та тварин, а також оптимізацію використання ресурсів. Дані мобільні додатки можуть мати різні моделі ціноутворення, зокрема підписки, ліцензійні збори або одноразові платежі. Зазначені ціни і умови можуть змінюватися залежно від версій додатків, країни та обсягу послуг, що надаються.

В табл. 13 згруповано інформація щодо мобільних додатків та функціонального призначення для працівників агрономічних служб зарубіжних країн.

Таблиця 13

**Мобільні додатки та функціональні призначення
для працівників агрономічних служб**

Назва мобіль- ного додатка	Опис функції
1	2
FarmLogs (США)	Призначений для приватних фермерів і агрономів, з допомогою цього додатку можна стежити за полями, планувати зрошення, оптимізувати витрати та прогнозувати врожайність.

Продовження таблиці 13

1	2
AgriWebb (Австралія)	Використовується для управління фермерським господарством та тваринництвом, зокрема для моніторингу стану тварин і ведення звітів.
CropX (США, Європа)	Використовується для моніторингу ґрунту та зрошення, зокрема для вимірювання вологості ґрунту і зменшення витрат води.
Climate FieldView (США, Канади)	Інструмент для фермерів для управління врожайністю та зрошенням, з інтеграцією даних кліматичних змін і витрат на агрохімікати.
FarmBeats (США)	Платформа для збору та аналізу даних із сенсорів для фермерів та дослідників, зокрема для прогнозування врожайності та змін клімату.
John Deere Operations Center (США, Європа)	Інтерфейс для моніторингу техніки John Deere, що дозволяє зібрати дані про полях, технічні параметри та аналізувати процеси сільськогосподарського виробництва.
AgriSync (США, Канади)	Платформа для відеоконсультацій, яка дозволяє фермеру отримати допомогу від технічних спеціалістів.
Taranis (США, Європа, Лат. Америка)	Призначений для моніторингу посівів через дрони і аналізу стану рослин, зокрема для контролю за хворобами та шкідниками.
SmartFarm (Великобританія)	Додаток для агрономів, який дозволяє проводити моніторинг кліматичних і ґрунтових умов, а також оптимізувати зрошення.
eAgronom (Естонія, Латвія)	Платформа для фермерів, що допомагає з моніторингом витрат, сівозмінюю та управлінням агрохімікатами.

Джерело: складено автором

Ось загальний огляд вартості та умов користування для деяких популярних агрономічних додатків в зарубіжних країнах (табл. 14). Нами згруповані детальні умови користування:

FarmLogs: безкоштовна версія пропонує базові функції для ведення обліку і моніторингу, включаючи оцінку врожайності, збереження даних про сівозміну та преміум підписка відкриває додаткові можливості для прогностичних моделей та аналітики. AgriWebb пропонує різні рівні підписки, де преміум-версії включають додаткові функції, такі як аналітика по здоров'ю тварин, моніторинг зростання рослин і фінансові звіти. CropX – мобільний додаток надається разом з датчиками вологості ґрунту. Користувачі можуть вибрати підписку, яка включає доступ до хмарної платформи для аналізу даних.

Таблиця 14

**Умови користування для деяких популярних
агрономічних додатків у зарубіжних країнах**

Назва додатка	Ціна / Модель оплати	Умови користування
1	2	3
FarmLogs	Безкоштовний доступ, преміум-підписка від \$29/місяць	Основні функції доступні безкоштовно. Преміум-підписка надає доступ до додаткових інструментів для планування сівозміни, аналітики і прогнозів врожайності.
AgriWebb	Вартість підписки починається від \$21/місяць	Пропонується три рівні підписки: стандартна, розширена та преміум. Користувачі отримують доступ до різних функцій для управління господарством, зокрема для ведення записів по худобі.
CropX	Вартість залежить від площі та кількості сенсорів	Підписка на сервіс залежить від кількості встановлених датчиків і площі оброблюваних земель. Потрібно заплатити за самі датчики і за доступ до даних через мобільний додаток.

Продовження таблиці 14

1	2	3
Climate FieldView	Ціна залежить від пакету послуг, від \$2/акр до \$10/акр	Платформа працює на базі підписки, де вартість залежить від площі полів. Пропонується різні пакети послуг для моніторингу та аналізу даних на полях (від базового до розширеного).
FarmBeats	Вартість залежить від підключення обладнання	Пропонується модель підписки, однак точна вартість може варіюватися залежно від кількості використаних датчиків, сенсорів і площі. Вартість може бути визначена після консультації.
John Deere Operations Center	Безкоштовно з обладнанням John Deere	Для використання даного додатку необхідно мати техніку John Deere. Додаток безкоштовний для власників техніки, але для отримання певних послуг можуть стягуватися додаткові платежі.
AgriSync	Безкоштовний базовий план, платні опції від \$39/місяць	Основні функції безкоштовні для фермерів. Платні версії надають додаткові функції, зокрема для більш професійних консультацій та відеозв'язку з технічними фахівцями.
Taranis	За запитом (потрібна консультація)	Ціна залежить від площі земель і обсягу використаних послуг (наприклад, використання дронів для моніторингу). Вартість визначається після консультації з постачальником.
SmartFarm	Безкоштовний доступ, преміум	Базові функції безкоштовні, преміум-план дає доступ до додаткових аналітичних

Продовження таблиці 14

1	2	3
	план від £10/ місяць	інструментів, моніторингу ґрунту та кліматичних умов.
eAgronom	Вартість під- писки залежить від площі від €10 до €200 на місяць	Вартість варіюється в залежно- сті від обсягу використовуваних функцій і площі земель. Підписка включає функції для моніторингу витрат, сівозміни і управління агрохімікатами.

Джерело: складено автором

Climate FieldView – вартість залежить від площі полів і рівня доступу до аналітики. Зазвичай доступні базові функції для моніторингу кліматичних умов і зрошення, а для глибшої аналітики і прогнозів необхідна підписка. FarmBeats – це інструмент для інтеграції сенсорів і збору даних з полів. Вартість залежить від кількості датчиків, підключених до системи. John Deere Operations Center – безкоштовний доступ для власників техніки John Deere. Однак для інтеграції з іншими системами або додатковими сервісами може стягуватися плата. AgriSync – безкоштовна версія включає базову підтримку для фермерів, але платні версії надають розширений доступ до фахівців і можливість консультацій в реальному часі. Taranis – ціна визначається індивідуально і залежить від площі земель та обсягу послуг, зокрема використання дронів для моніторингу посівів. SmartFarm – безкоштовна версія дозволяє здійснювати основний моніторинг, а для доступу до розширених функцій потрібно оформити преміум підписку. eAgronom – модель підписки за площу, яка охоплює все: від моніторингу витрат до управління сівозміною. Зазначена вартість змінюється залежно від площі, яку обробляє фермер. Ці додатки часто надають базові функції безкоштовно, з можливістю отримати розширені функції через платні підписки. Моделі ціноутворення можуть включати щомісячні або щорічні платежі, або ж варіюватися залежно від обсягу

використовуваних послуг. Цифрові технології в агрономії значно змінюють підходи до управління сільським господарством. Вони дозволяють зменшити витрати, підвищити врожайність та знизити вплив на навколишнє середовище. Ось деякі основні напрямки використання цифрових технологій у агрономії. Системи точного землеробства (Precision Agriculture), використовують дані з різних джерел (сенсори, дрони, супутникові знімки) для точного моніторингу стану ґрунту, рослин, кліматичних умов і управління процесами сільськогосподарського виробництва. Основні компоненти це GPS-навігація для точного розміщення техніки, датчики вологості та температури ґрунту для оптимізації поливу та внесення добрив. дрони для моніторингу стану посівів, аналізу здоров'я рослин і оцінки площ, аналіз даних з супутників для оцінки стану полів на великій площі.

Інтернет речей у агрономії включає використання сенсорів і пристроїв, які можуть збирати дані про стан ґрунту, вологості, температури, рівня CO₂ та інші параметри. Ці дані потім передаються на сервери для аналізу та оптимізації агротехнічних процесів. Сенсори для моніторингу вологості ґрунту для автоматичного регулювання поливу, системи моніторингу клімату для прогнозування погодних умов. Системи моніторингу здоров'я рослин – ці технології допомагають виявити стресові фактори для рослин (наприклад, шкідників, хвороб або дефіцит поживних речовин) та коригувати агрономічні рішення. Спектральні сенсори для оцінки здоров'я рослин, аналіз зображень з дронів та супутників для виявлення проблем на полі, штучний інтелект для обробки даних та виявлення патернів у розвитку рослин. Мобільні додатки допомагають агрономам моніторити стан полів, вести облік сільськогосподарських операцій, планувати полив, визначати потребу в добривах і пестицидах, а також аналізувати стан ґрунту та рослин. FarmLogs, AgroWebb, FieldMate – додатки для моніторингу та планування робіт на фермі.

Аналіз великих даних (Big Data) – сучасні агрономічні технології використовують великі обсяги даних для оптимізації процесів.

Це включає в себе аналіз погодних умов, складу ґрунту, історичних даних про врожайність, а також даних про використання добрив і пестицидів. Прогностичні моделі для передбачення врожайності та агрономічних потреб та інтелектуальні алгоритми для аналізу даних і створення рекомендацій щодо сівозміни, добрив та водопостачання. Автоматизація та роботизація – технології включають використання безпілотних наземних транспортних засобів (BVT) і роботів для автоматизації сільськогосподарських процесів. Автономні трактори та комбайни для зменшення втручання людини у процеси обробки ґрунту та збору врожаю та роботи для посадки та збирання врожаю (наприклад, роботи для збору ягід, овочів). Генетичне модифікування та біотехнології – цифрові технології також використовуються для аналізу генетичних даних рослин і створення нових гібридів, які стійкіші до шкідників, хвороб, посухи та інших негативних умов. Генетика для покращення врожайності та стійкості рослин та молекулярне моделювання для дослідження впливу різних факторів на ріст рослин.

Blockchain для аграріїв може бути використаний для прозорого і безпечного обліку аграрних операцій, таких як поставка добрив, моніторинг вирощування продукції та продажу. Трекінг продукції для забезпечення прозорості у постачанні та продажу сільськогосподарської продукції та розрахунки через смарт-контракти між фермерами та постачальниками ресурсів.

Штучний інтелект допомагає в автоматизації ряду процесів, таких як прогнозування врожайності, виявлення хвороб і шкідників, а також оптимізація використання води та добрив. Моделі машинного навчання дозволяють проводити аналіз результатів польових досліджень і прогнозування результатів на наступні сезони. Комп'ютерне бачення використовують для аналізу стану посівів та своєчасного виявлення проблем. Агрохімічні платформи для управління добривами та пестицидами – ці платформи допомагають агрономам оптимізувати використання добрив і засобів захисту рослин. При цьому, програмне забезпечення для управління внесенням добрив побудоване на основі потреб рослин і характеристик ґрунту.

Цифрові технології в агрономії дозволяють значно підвищити ефективність сільського господарства, забезпечити зниження витрат і більш точне використання ресурсів. Вони дають можливість приймати обґрунтовані рішення на основі точних даних, що в свою чергу позитивно впливає на врожайність і сталий розвиток аграрного сектору. Цифрова платформа Climate FieldView від компанії Bayer – це інноваційне рішення для точного землеробства, яке дозволяє аграріям збирати, аналізувати та візуалізувати дані з полів у режимі реального часу. Завдяки цьому фермери можуть приймати обґрунтовані рішення щодо управління посівами, оптимізувати використання ресурсів та підвищувати врожайність (табл. 15).

Таблиця 15

Основні можливості застосування Climate FieldView

Напрямок	Характеристика
1	2
Моніторинг польових операцій у реальному часі	За допомогою додатку FieldView Cab аграрії можуть відстежувати процеси посіву, внесення добрив та збирання врожаю безпосередньо з кабіни техніки. Це дозволяє оперативно реагувати на зміни та забезпечує точність виконання робіт.
Аналіз врожайності та агрономічних даних	Платформа надає можливість створювати карти врожайності, аналізувати вплив різних агротехнічних заходів та погодних умов на продуктивність культур, що сприяє оптимізації аграрних стратегій.
Диференційоване внесення ресурсів	Завдяки створенню карт-завдань для змінного висіву та внесення добрив, фермери можуть ефективно використовувати ресурси, зменшуючи витрати та підвищуючи ефективність господарювання.
Інтеграція з агротехнікою та іншими платформами	Climate FieldView сумісна з різними видами сільськогосподарської техніки та може інтегруватися з іншими цифровими платформами, що забезпечує централізоване управління даними та процесами.

Продовження таблиці 15

1	2
Підтримка прийняття рішень на основі даних	Платформа надає аналітичні інструменти, які допомагають аграріям приймати обґрунтовані рішення щодо вибору гібридів, планування сівозміни та управління ризиками, що сприяє підвищенню ефективності господарства.

Джерело: складено автором на підставі [28]

Нами згруповано перелік простих кроків для початку роботи з Climate FieldView: 1) Створіть свій акаунт, просто заповнивши необхідну інформацію на сторінці реєстрації. Якщо акаунт уже є, цей крок можна пропустити. 2) Створіть карту своїх полів. Для цього увійдіть в акаунт та натисніть «Додати поле» в списку полів, знайдіть поле на карті та обмальовуйте межі, використовуючи інструмент «Намалювати» => «Багатокутник».

Введіть назву поля, ім'я господарства та ферми, щоб потім фільтрувати інформацію. Натисніть «Зберегти» після введення всіх даних. Завантажте для доступу до даних та інформації на мобільних пристроях. Це основний додаток для аналізу та планування аграрних операцій. Додаток FieldView Cab призначений для використання під час роботи в кабіні техніки для відстеження операцій у реальному часі (сумісний з iPad). Ці кроки дозволяють ефективно налаштувати роботу з Climate FieldView і почати автоматичний збір та аналіз даних для покращення управління агропідприємством в табл. 16.

Завантажте з App Store та увійдіть за допомогою облікових даних. Налаштуйте трактори, комбайни, обприскувачі та сівалки для збору даних. У додатку натисніть на вкладку «Обладнання» для інтеграції вашої техніки з системою. Збір даних, їх обробка та візуалізація допомагають аграріям отримати максимальну продуктивність з кожного гектара поля, знижуючи ризики та покращуючи економічні результати агропідприємства. Використовуючи функцію «Роздільний екран» у додатку FieldView Cab, ви можете

одночасно переглядати кілька рівнів даних, таких як інформація про гібриди та врожайність, що дозволяє краще контролювати процес збирання врожаю.

Таблиця 16

**Основні етапи використання Climate FieldView
для збору даних та аналізу**

Напря́м	Характеристика
1	2
Передача даних партнерам	Climate FieldView дозволяє легко ділитися даними з іншими користувачами, такими як дилери чи агрономічні радники. Для цього потрібно: Увійти в акаунт. Перейти в розділ «Налаштування» → «Передача даних». Натиснути «Поділитися» та ввести електронну пошту отримувача, який вже має акаунт в системі.
Отримання даних та їх використання	Climate FieldView надає можливість збору даних про посів, обприскування та збирання врожаю для подальшого аналізу, що дозволяє виявити чинники, що впливають на врожайність.
Посів	Для збору даних про посів за допомогою FieldView Drive або Precision Planting 20/20 SeedSense: Переконайтеся, що ваше обладнання сумісне з FieldView Drive. Підключіть FieldView Drive до пристрою iPad через Bluetooth. Оновіть програмне забезпечення Precision Planting 20/20 SeedSense. Додайте параметри насіння та гібридів. Переконайтеся, що межі полів правильно визначено (можна змінювати поле через меню або автоматично при переході через межі).
Обприскування	Для збору даних про внесення засобів: переконайтеся в сумісності обладнання з FieldView Drive. У додатку FieldView Cab виберіть «Налаштування» > «Внесення» і додайте новий продукт (добриво чи пестициди). Виберіть метод введення даних («За нормою» або «За кількістю») та введіть відповідні параметри для кожного продукту.

Продовження таблиці 16

1	2
Збір врожаю	Для збору даних про врожай: переконайтеся, що ваше обладнання сумісне з FieldView Drive. Підключіть FieldView Drive до пристрою iPad через Bluetooth. Перевірте висоту зрізу жатки і правильність встановлення поля. Під час збирання врожаю дані автоматично збираються в додатку FieldView Cab при умові, що пристрій підключено та працює належним чином.
Візуалізація даних у реальному часі	За допомогою додатка FieldView Cab можна переглядати карти в реальному часі під час сівби, збирання врожаю та обприскування. Це дозволяє відстежувати проблеми, як-от висока вологість під час збирання врожаю або проблеми з форсунками під час обприскування, що допомагає приймати своєчасні коригувальні дії для оптимізації врожайності.

Джерело: згруповано автором на підставі [28]

Це забезпечує більш гнучке управління даними та покращує прийняття рішень у реальному часі. RemoteView в додатку FieldView Cab дозволяє переглядати дані з техніки в реальному часі, незалежно від того, де ви знаходитесь. Для початку сеансу потрібно вибрати техніку зі списку в додатку та натискати кнопку RemoteView поруч із нею. Це забезпечує зручний та ефективний спосіб моніторингу діяльності на полі, навіть якщо ви не перебуваєте безпосередньо в кабіні. В табл. 17. наведено групування щодо застосування даних у роботі за допомогою Climate FieldView.

Ці можливості забезпечують зручне та ефективне використання агрономічних даних для прийняття оптимальних рішень і поліпшення управлінських та технологічних процесів на полях. Для порівняння даних у додатку FieldView Cab на iPad необхідно вибрати поле, культуру, рік та відповідні дані для аналізу, такі як посів, сезонні дані або врожай. Після цього слід натискати на значок «Роздільний екран» і порівнювати різні шари карти,

наприклад, врожайність для різних гібридів. Також можна використовувати функцію «Роздільний екран» під час роботи в кабіні для одночасного перегляду.

Таблиця 17

Застосування даних у роботі за допомогою Climate FieldView

Можливості	Характеристика
RemoteView	Це функція, яка дозволяє в реальному часі переглядати дані з підключеного обладнання, що наносяться на карту і відображаються на панелі показників. Зміни в карті чи умовних позначеннях не впливають на те, що оператор бачить на своєму пристрої. Оператор також має можливість завершити сеанс RemoteView за допомогою кнопки «Відключити».
Аналіз врожайності	Інструмент для аналізу зібраного врожаю, що дає можливість оцінити врожайність по різним параметрам, таким як поля, типи ґрунтів чи гібриди. Це дозволяє агрономам та фермерам приймати обґрунтовані рішення щодо поліпшення агрономічних практик у наступні сезони. Для цього необхідно вибрати культуру, господарство, рік, а також тип звіту: «Поле», «Гібрид/сорт» або «Ґрунти».
Перегляд карт на розділеному екрані	Функція для моніторингу та порівняння ефективності агрономічних рішень, де можна одночасно відображати різні карти, такі як карти врожайності, карти ґрунтів чи норми внесення добрив. Це дозволяє аналізувати вплив різних факторів на врожайність та ефективність використання ресурсів. Щоб порівняти карти, необхідно вибрати відповідну карту та активувати функцію «Роздільний екран» в додатку FieldView.

Джерело: згруповано автором на підставі [28]

Для аналізу здоров'я полів за допомогою супутникових зображень та карт в додатку FieldView слід виконати наступні кроки:

відкрити додаток FieldView і на головній сторінці вибрати розділ «Здоров'я поля»; обрати поле для аналізу, вибрати датоване зображення цього поля та проаналізувати його; для кращого аналізу доступні функції «Моніторинг» або «Вегетація», що дозволяють відслідковувати накопичення біомаси з часом і визначати потенційні проблеми в розвитку рослин; для перегляду зображень у реальних кольорах можна використовувати функцію «Реальні кольори», що дозволяє отримати більш точні дані для зіставлення з картами вегетації та моніторингу. Ці інструменти допомагають точно оцінити стан культур, виявити проблеми на ранніх етапах і застосувати необхідні агрономічні заходи. Карти моніторингу надають точні дані про стан поля та дозволяють детальніше розглянути основні його ділянки. Карта відображена на основі індексу Climate Crop Index, що визначає поточну вегетативну біомасу. Зображення з реальними кольорами – це знімок, на якому показано реальний вигляд поля із супутника. Його можна використати для порівняння зображень моніторингу та вегетації, а також щоб виявити перешкоди, що завадили сформувати якісну карту вегетації або моніторингу, наприклад хмари або тіні. Карта використання води культурою в додатку Climate FieldView надає цінну інформацію про втрату води через сумарне випаровування культур, що розраховується на основі високоякісних супутникових зображень і щоденних метеорологічних даних. Для доступу до цієї інформації потрібно: відкрити додаток FieldView і на головній сторінці вибрати розділ «Здоров'я поля»; обрати поле, для якого потрібно проаналізувати дані; у меню праворуч зверху вибрати опцію «Використання води культурою». Додатково, для зручності моніторингу, можна встановлювати мітки на зображеннях здоров'я поля, що дозволяє позначати ділянки, які потребують додаткової уваги. Після встановлення мітки можна додавати опис, фотографії, координати та зберігати мітки як сезонні чи постійні. Це дозволяє ефективно контролювати та аналізувати стан полів протягом всього сезону, а також ділитися цією інформацією з партнерами для кращого управління ресурсами.

FieldView дозволяє зберігати та відстежувати конкретні ділянки поля для подальшого аналізу, наприклад, для оцінки результатів дослідів або виявлення проблемних зон. Для цього потрібно вибрати поле, нанести ділянку на карту (у формі кола, прямокутника чи багатокутника), додати опис і примітки, після чого зберегти ділянку. Збережені ділянки дозволяють відслідковувати вплив агрономічних рішень на врожайність протягом сезону та використовувати ці дані для покращення управління. Додаток FieldView Cab дозволяє формувати підсумкові звіти за результатами збирання врожаю, посіву та внесення добрив. Для цього необхідно вибрати відповідне поле, рік, операцію та сформулювати звіт у форматі PDF, який можна надіслати або надрукувати. Крім того, є можливість друку та передачі карт і звітів у форматі PDF через додатки FieldView та FieldView Cab, що забезпечує обмін даними з партнерами. Для обміну даними в додатку FieldView доступна функція передачі даних через електронну пошту, що дозволяє ділитися інформацією про поля та господарства з довіреними особами.

Платформа FieldView пропонує зручний інтерфейс для створення завдань для посіву та внесення добрив, що дозволяє агрономам та фермерам ефективно керувати операціями на полі. Для створення карт завдань необхідно виконати кілька простих кроків: вхід в акаунт на платформі, вибір поля, для якого буде створено завдання, визначення типу завдання (посів або внесення добрив) та зони управління. Налаштування параметрів, таких як тип культури, гібриди, сорти, норма посіву або внесення добрив, а також вказівка на вихідні дані (наприклад, дату посіву чи час внесення добрив). Збереження завдання та автоматична передача карт завдань до додатку FieldView Cab для безпосереднього використання на полі. Це дозволяє здійснювати точне управління посівом та внесенням добрив з урахуванням конкретних умов на кожній ділянці поля, покращуючи точність та ефективність сільськогосподарських робіт. Завдяки можливості визначати зони управління та налаштовувати параметри (гібриди, ЗЗР, норми посіву, добрив), FieldView дозволяє

оптимізувати витрати ресурсів і підвищити врожайність на кожному гектарі; інтеграція з польовими операціями: Завдання автоматично передаються в додаток FieldView Cab, що забезпечує точне виконання робіт на полі за допомогою мобільних пристроїв, знижуючи ймовірність помилок і підвищуючи ефективність. Використання цифрових карт завдань для посіву та внесення добрив дозволяє агрономам здійснювати точний моніторинг та контроль над процесами на кожному етапі, що позитивно впливає на загальну продуктивність сільськогосподарських операцій. Платформа надає агрономам і фермерам необхідні дані для оцінки ефективності внесення добрив та посіву, що допомагає приймати обґрунтовані рішення на основі актуальної інформації. Загалом, FieldView є потужним інструментом для агрономічних служб, який забезпечує точне управління сільськогосподарськими процесами, покращує ефективність використання ресурсів і дозволяє здійснювати моніторинг і коригування планів у реальному часі.

Висновки. Мобільні технології є важливим інструментом цифрової трансформації сільського господарства, що дозволяє фермерам оптимізувати аграрне виробництво, підвищувати врожайність, ефективно використовувати ресурси. Сучасні мобільні додатки охоплюють широкий спектр функцій, включаючи агротехнічне планування, моніторинг стану ґрунтів і рослин, прогнозування погоди, управління іригаційними системами, облік витрат, агрокалькулятори, а також доступ до аналітики ринку та платформ електронної комерції. Їх ефективність значно підвищується при інтеграції з іншими цифровими технологіями, зокрема з Інтернетом речей (IoT), штучним інтелектом (AI) та безпілотними літальними апаратами (БПЛА). На прикладі країн із високим рівнем впровадження мобільних рішень доведено, що навіть за умов обмежених ресурсів мобільні технології здатні значно покращити доступ до агрономічних знань, зменшити витрати виробництва та підвищити доходи малих фермерів. В Україні мобільні рішення в агросекторі залишаються переважно фрагментарними, що пов'язано із низьким рівнем цифрової грамотності серед фермерів, відсутністю

спеціалізованих україномовних додатків, слабкою інтеграцією мобільних технологій із науково-консультаційними службами, а також недостатнім фінансуванням інновацій в аграрному секторі. В наукових статтях і публікаціях є активізація академічного інтересу до теми цифрового землеробства, що створює передумови для подальшого наукового супроводу процесу впровадження інновацій в аграрну практику.

Доцільно розробити національну програму цифрової трансформації сільського господарства, яка включатиме адаптацію мобільних технологій до потреб дрібних і середніх фермерських господарств з урахуванням мовного, соціального та технічного контекстів. Стимулювати розвиток локалізованих мобільних додатків, розроблених за участі аграрних вчених, агрономів-практиків і представників фермерських об'єднань. Особливу увагу слід приділити створенню додатків для: обліку агротехнічних заходів; прогнозування врожайності; ведення документації згідно з вимогами агроекологічного моніторингу. Впровадити системи навчання цифровим навичкам для аграріїв, зокрема через аграрні вищі, агрохаби та об'єднання фермерів. Це дозволить підвищити рівень користування додатками та зменшити опір до інновацій. Підтримати фінансування наукових досліджень і стартапів, спрямованих на створення нових рішень у сфері мобільного агросупроводу, включаючи модулі машинного навчання, GPS-навігацію, датчики стану посівів тощо.

Інтегрувати мобільні додатки з існуючими системами державного аграрного моніторингу та субсидування, що дозволить автоматизувати подання аграрної звітності, облік земель та контроль виконання екологічних стандартів та розробити аналітичну платформу на основі мобільних додатків, яка б збирала аграрні дані у хмарному середовищі, з можливістю аналізу трендів, побудови прогнозів та формування рекомендацій для фермерів у реальному часі.

Список використаних джерел

1. Avinash, Kangane S., Kapse R., Kamble D., Ghugare S., Jagtap M. Digital Farming Using Data Analysis. *Agricultural and*

Food Sciences, Computer Science. 2022. Vol. 7. Issue 4. P. 119–122. URL: <https://www.ijedr.org/papers/IJEDR2204021.pdf> (Last accessed: 10.04.2025).

2. Mittal N., Kumar A. App Based Implementation of Modern Agriculture Utilities for Farmers. 2023 4th Int. Conf. on Intelligent Engineering and Management (ICIEM). 2023. P. 1–6. URL: https://www.researchgate.net/publication/372126318_App_Based_Implementation_of_Modern_Agriculture_Utilities_for_Farmers (Last accessed: 11.04.2025).

3. Firame S., Dhamale A., Yerne A., Kote K., Shinde S. A Survey Paper On: Uplifting Farmers with Mobile Applications: An Overview of Modern Agricultural Utilities. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. 2024. Vol. 9. P. 368–371. URL: <https://www.ijisrt.com/assets/upload/files/IJISRT24MAR505.pdf> (Last accessed: 12.04.2025).

4. Senthilkumar S., Manivannan C., Sureshkannan S. Development of mobile based technology transfer application system. *The Indian Journal of Animal Sciences*. 2021. Vol. 91 (4). P. 321–324. URL: https://www.researchgate.net/publication/355143091_Development_of_mobile_based_technology_transfer_application_system_to_empower_the_small_ruminant_farmers (Last accessed: 13.04.2025).

5. Athirah R. N., Norasma C. Y. N., Ismail M. Development of an Android Application for Smart Farming in Crop Management. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2020. Vol. 540. P. 540–546. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/540/1/012074> (Last accessed: 10.04.2025).

6. Wahyudi D., Ubaidilah M., Ratnawati D., Sholihah W., Tresnawati T. Development of mobile-based apps towards smart farming technology *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 756. P. 756–761. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/756/1/012059> (Last accessed: 11.04.2025).

7. Mendes J., Pinho T. M., Neves dos Santos F., et al. Smartphone Applications Targeting Precision Agriculture Practices. A Systematic Review. *Agronomy*. 2020. Vol. 10. P. 1–43. URL: <https://consensus.app/>

papers/smartphone-applications-targeting-precision-mendes-pinho/e74c360ca21556c89bb89a9bd257c9a6/?utm (Last accessed: 12.04.2025).

8. Balkrishna A., Sharma J., Sharma H., et al. Agricultural Mobile Apps used in India: Current Status and Gap Analysis. *Agricultural Science Digest*. 2020. Vol. 41. P. 1–12. URL: <https://consensus.app/papers/agricultural-mobile-apps-used-in-india-current-status-and-balkrishna-sharma/bb92a6750d3c56dcb6514189e9fa2fa9/?utm> (Last accessed: 13.04.2025).

9. Шевченко О. М. Цифрові технології в агрономії: сучасний стан та перспективи. *АгроСвіт*. 2021. № 14. С. 45–49.

10. Баранов І. П., Головач Л. В. Аграрна аналітика і цифрові рішення в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 11. С. 23–29.

11. Gebbers G. W., Adamchuk V. I. Precision agriculture and mobile apps: development and integration. *Precision Agriculture*. 2019. Vol. 20 (4). P. 807–829.

12. Reddy M. K., Gupta R., Singh A. AI-based mobile tools for disease detection in crops: a Plantix case study. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2022. Vol. 195. P. 185–192.

13. Zhang C., Kovacs J. M. The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review. *Precision Agriculture*. 2020. Vol. 21 (5). P. 973–1001.

14. Курепін В. М., Іваненко В. С. Застосування цифрових технологій у сільському господарстві для досягнення цілей сталого розвитку. *Modern Economics*. 2024. № 47. С. 62–69. URL: Dspace MNAU+3Modecon+3Dspace MNAU+3 (дата звернення: 12.04.2025).

15. Гуржій Н. М., Довбня К. О. ІТ технології в сільському господарстві України: потенціал упровадження, характеристика. *Modern Economics*. 2021. № 30. С. 76–81. URL: Dspace MNAU+1Modecon+1 (дата звернення: 12.04.2025).

16. Базака Р. В., Щепаняк А. С., Костина О. С. Інформаційні технології та інновації як фактор сталого розвитку сільського господарства України. *Таврійський науковий вісник*. Серія: Економіка. 2024. № 20. С. 159–165. URL: <http://tnv-econom.ksauniv.ks.ua/index.php/journal/article/view/533/500> (дата звернення: 13.04.2025).

17. Гапон В. Особливості впровадження цифрових технологій в сільському господарстві. *Формування механізму зміцнення конкурентних позицій національних економічних систем у глобальному, регіональному та локальному вимірах* : Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Тернопіль, 3 листопада 2023 р.). Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2023. С. 32–33.

18. Солоня О. В., Скоромна О. І. Інтернет речей та штучний інтелект у сільському господарстві. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2023. № 4 (123). С. 43–50.

19. Мобільні додатки для агронома. Огляд кращих програм. URL: <https://shop.gpsgeometer.com/ua/blog/mobilnye-prilozheniya-dlya-agronoma-obzor-luchshih-programm> (дата звернення: 12.04.2025).

20. 10 мобільних додатків для агро. URL: <https://ifarming.ua/upravlinnia/10-mobilnyh-dodatkov-dlya-agro> (дата звернення: 12.04.2025).

21. Сингента Україна. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.syngenta.syngentaua&hl=uk> (дата звернення: 12.04.2025).

22. Новий мобільний застосунок Дім.Сад.Город. URL: https://www.syngenta.ua/novy-y-mobilnyy-zastosunok-dimsadhorod?utm_source (дата звернення: 12.04.2025).

23. Агробаза – бур'ян, комахи. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=lt.farmis.apps.farmiscatalog&hl=uk> (дата звернення: 13.04.2025).

24. Агрозастосунки. URL: <https://crazyagro.com/agrozastosunky/> (дата звернення: 14.04.2025).

25. Agrónoma. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vocento.abc.sevilla.agronoma&hl=uk> (дата звернення: 15.04.2025).

26. Чому ми. URL: <https://gpsgeometer.com/?srsltid=AfmBOoqWgTEMmpSZpvaD-vIYk3rf046QUVirY1XlweOZV3qfO93k0Wax> (дата звернення: 16.04.2025).

27. Лиховид П. В., Пілярська О. О., Біляєва І. М. Можливості застосування мобільного додатку EVAPO для оперативної оцінки евапотранспірації в польових умовах. Таврійський

науковий вісник. *Сільськогосподарські науки*. 2020. Вип. 116 (2). С. 10–14. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tneveconn_2020_116\(2\)_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tneveconn_2020_116(2)_4) (дата звернення: 12.04.2025).

28. Про Climate Corporation та Climate FieldView. *Інновації на перетині сільського господарства та технологій*. URL: <https://www.climatefieldview.com.ua/about/?utm> (дата звернення: 13.04.2025).

РОЗДІЛ 2.

Цифрова трансформація організацій в Україні

СКЛЯРУК Тетяна Василівна,
к.е.н., доцент, доцент кафедри менеджменту
персоналу та адміністрування,
Національний університет «Львівська політехніка»,
м. Львів, Україна
ORCID: 0000-0001-8890-9152

2.1. ФОРМУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТРАЄКТОРІЙ РОЗВИТКУ ПЕРСОНАЛУ В УМОВАХ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ

Вступ. Сучасний ринок праці змінює вимоги до працівника, стимулюючи організації шукати нові підходи до управління розвитком персоналу. В умовах динамічного інформаційного середовища, зростання значущості цифрових компетентностей та індивідуалізації професійного шляху виникає необхідність у впровадженні персоналізованих підходів до навчання та професійного розвитку. Одним з інноваційних напрямів є формування індивідуальних траєкторій розвитку персоналу, які забезпечують баланс між цілями працівника і стратегією організації, сприяють підвищенню ефективності, мотивації та залученості.

Метою дослідження є аналізування етапів формування індивідуальної траєкторії розвитку персоналу, інструментів, які застосовуються на кожному етапі, а також умов, за яких реалізація такого підходу стає найбільш результативною. У роботі акцентовано увагу на ролі HR-фахівців як координаторів та модераторів розвитку персоналу, значенні цифрових технологій у побудові

персоналізованих шляхів розвитку та перспективі інтеграції інтелектуальних аналітичних інструментів у цей процес.

Виклад основних результатів дослідження. В умовах швидкої цифрової трансформації бізнесу зростає потреба в персоналі, який не лише володіє професійними компетенціями, а й здатен швидко адаптуватися до нових умов праці, використовувати цифрові інструменти та розвиватися впродовж усього життя. Саме тому є актуальним дослідження питання формування індивідуальних траєкторій розвитку персоналу, що дозволяють швидко та ефективно реагувати на виклики цифрової економіки та забезпечити сталий розвиток організації.

Індивідуальна траєкторія розвитку персоналу – це персоналізований план професійного зростання працівника, який враховує його поточні компетенції, кар'єрні цілі, особисті цінності, а також потреби організації. Такий підхід передбачає поєднання самонавчання, корпоративного навчання, участі у проєктах та менторства [1; 2].

Слід відмітити, що діджиталізація відкриває нові можливості для персоналізованого навчання: онлайн-курси, платформи адаптивного навчання, системи управління талантами (LMS, TMS), аналіз даних для формування персональних рекомендацій щодо розвитку. Важливим є використання цифрових інструментів для побудови «карти розвитку» співробітника, яка оновлюється в режимі реального часу залежно від прогресу, зворотного зв'язку та змін у цілях компанії.

Вивчаючи питання індивідуальної траєкторії розвитку персоналу доцільним буде подальший розгляд основних етапів її формування, а саме (рис. 1): діагностика професійного потенціалу працівника, визначення цілей розвитку і мотивації, побудова індивідуального плану навчання та розвитку, впровадження плану із супроводом наставника або керівника, оцінка результатів і коригування індивідуального плану.

Діагностика професійного потенціалу працівника. Включає оцінювання професійних, особистісних та цифрових навичок працівника за допомогою тестувань, анкетування,

інтерв'ю з керівником або HR-фахівцем. Результати діагностики формують базу для подальшого планування розвитку.

Діагностика – це вихідна точка для побудови індивідуальної траєкторії розвитку. Її мета – об'єктивно оцінити поточний рівень знань, навичок і поведінкових установок працівника, а також виявити прогалини у компетенціях, що можуть заважати подальшому професійному зростанню [3; 4].

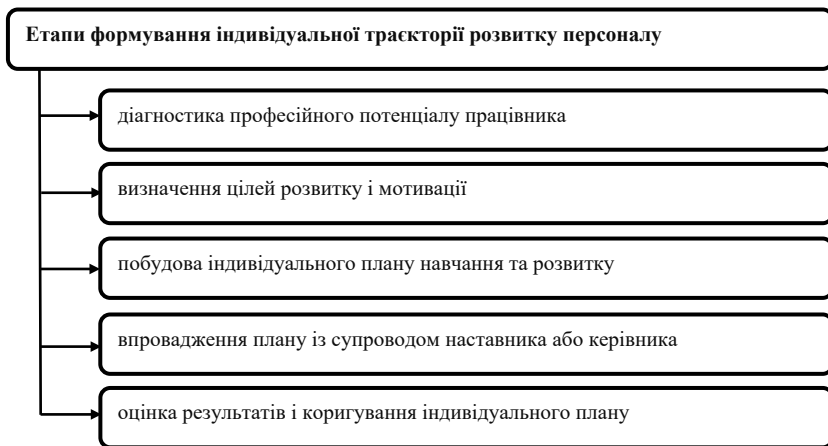


Рис. 1. Основні етапи формування індивідуальної траєкторії розвитку персоналу

Джерело: сформовано на основі [1; 2]

Серед складових діагностики професійного потенціалу працівника слід виділити наступні:

1. Оцінка професійних компетенцій – перевірка рівня володіння спеціалізованими знаннями та навичками, що необхідні для виконання посадових обов'язків. Може включати професійне тестування, практичні завдання, аналіз кейсів.

2. Оцінка цифрових навичок – вивчення рівня володіння цифровими інструментами, програмним забезпеченням, онлайн-платформами для комунікації, управління проєктами чи навчання.

3. Soft skills – визначення рівня розвитку комунікаційних навичок, критичного та системного мислення, емоційного інтелекту, вміння працювати в команді, приймати рішення тощо.

4. Психологічна готовність до змін – аналіз відкритості до нових знань, адаптивності, рівня внутрішньої мотивації, стресостійкості, самоусвідомлення.

Порівняльна характеристика інструментів діагностики наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика інструментів діагностики

№	Інструмент	Переваги	Недоліки
1	Онлайн-тести	Швидке охоплення великої кількості працівників, автоматизована обробка результатів	Поверховість оцінки, залежність від формулювання запитань
2	Анкети самооцінювання	Стимулюють рефлексію, дають уявлення про самоусвідомлення	Суб'єктивність, можливе викривлення оцінки
3	Оцінювальні інтерв'ю	Дає змогу глибше вивчити мотивацію та поведінкові установки	Залежність від кваліфікації інтерв'юера, тривалість процесу
4	360°-оцінювання	Комплексний зворотний зв'язок, порівняння самооцінки і зовнішньої оцінки	Може викликати упередженість або конфлікти у колективі
5	Аналіз результатів (KPI)	Об'єктивність, орієнтація на досягнення	Не охоплює поведінкові або приховані компетенції

Джерело: сформовано на основі [3; 4]

Слід відмітити, що формується індивідуальний профіль компетенцій, який порівнюється з еталонною моделлю посади або

з вимогами до цільової ролі, що дозволяє виявити прогалини, скоригувати очікування працівника й організації та визначити пріоритетні напрями розвитку.

Визначення цілей розвитку і мотивації. На цьому етапі відбувається погодження індивідуальних цілей працівника з цілями організації. Це можуть бути як горизонтальні цілі (розвиток у межах наявної посади), так і вертикальні (підготовка до переходу на вищу позицію).

Цей етап полягає у встановленні коротко – та довгострокових цілей працівника у сфері професійного зростання, що повинні узгоджуватися з потребами організації. Ефективне визначення цілей забезпечує фокус, мотивацію та прозорість у розвитку персоналу [5; 6]. Серед основних складових цілей розвитку слід виділити:

- професійні цілі – бажані зміни у навичках, знаннях, посаді або зоні відповідальності працівника;
- кар’єрні амбіції – середньо – та довгострокові наміри щодо зростання у межах компанії або професійної сфери;
- цілі організації – стратегічні потреби компанії, які можуть бути досягнуті шляхом розвитку конкретного працівника.

Порівняльну характеристику інструментів визначення цілей розвитку та мотивації відображено в табл. 2.

Слід відмітити, що сформульовані індивідуальні цілі стають основою для створення персоналізованого плану розвитку. Вони дозволяють чітко визначити очікувані результати, мотивують працівника і допомагають керівництву оцінювати прогрес у розвитку кадрів.

Побудова індивідуального плану навчання та розвитку. Формується дорожня карта дій: вибір онлайн-курсів, участь у внутрішніх тренінгах, проектна діяльність, менторська підтримка. У плані зазначаються терміни, ресурси та очікувані результати. План розвитку допомагає структурувати процес навчання, зробити його вимірюваним і адаптивним [7]. Серед основних елементів індивідуального розвитку слід виділити наступні:

- ✓ **Формати навчання** – визначають методи, за допомогою яких працівник буде здобувати нові знання та навички (внутрішні та

Таблиця 2

**Порівняльна характеристика інструментів визначення
цілей розвитку і мотивації**

№	Інструмент	Опис	Переваги	Недоліки
1	2	3	4	5
1	SMART	Метод, що передбачає формулювання цілей за допомогою конкретних критеріїв (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound).	Чіткість і конкретність у визначенні цілей.	Може бути занадто жорстким для динамічних змін.
2	SWOT-аналіз	Аналіз сильних і слабких сторін, можливостей і загроз для організації чи індивіда.	Визначення стратегічних можливостей і ризиків.	Потрібна велика кількість даних для аналізу.
3	BSC (Балансована система показників)	Система вимірювання ефективності через набір ключових показників по різних напрямках.	Комплексна оцінка організаційних і персональних досягнень.	Може бути важким для маленьких організацій без достатніх ресурсів.
4	Мотиваційне інтерв'ю	Метод діалогу, який допомагає працівникові усвідомити власні мотиви до змін і розвитку.	Підвищує внутрішню мотивацію, сприяє саморефлексії.	Потребує навичок проведення; ефективність залежить від довіри.

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5
5	Гейміфікація	Використання ігрових механік (бали, нагороди, рейтинги) для стимулювання мотивації.	Залученість, конкуренція, швидке реагування працівників.	Може працювати короткочасно; ризик зниження ефекту без оновлення системи.
6	PDP (Personal Development Plan)	Індивідуальний план розвитку, що включає особисті та професійні цілі, навички, які потрібно розвинути, ресурси та строки.	Персоналізований підхід, послідовний розвиток, орієнтація на довгострокову перспективу.	Вимагає регулярного перегляду і супроводу з боку HR або керівника.

Джерело: сформовано на основі [5; 6; 7]

зовнішні тренінги; онлайн-курси на освітніх платформах (Coursera, Prometheus, edX тощо); участь у професійних конференціях і семінарах; стажування та ротація в межах компанії; менторство та коучинг; самонавчання на основі рекомендованих матеріалів.

✓ Термін виконання – вказує очікувану тривалість кожного етапу або завдання в плані розвитку. Може оформлюватися у вигляді таймлайнів, чек-листів або календарного плану. Важливо, щоб терміни були реалістичними та відповідали навантаженню працівника.

✓ Очікувані результати – це конкретні досягнення, яких має досягти працівник у межах траєкторії розвитку (отримання сертифіката за результатами курсу; опанування нової програми або інструменту; реалізація внутрішнього проєкту або презентація результатів; зміна ролі, рівня відповідальності або перехід на іншу посаду.

✓ Показники ефективності – визначають, яким чином буде оцінено успішність виконання плану (проходження тестувань або оцінювання за шкалою; відгуки менторів, керівників або колег; досягнення певних КРІ (ключових показників ефективності); самооцінювання прогресу або повторна діагностика компетенцій; способи оцінки досягнення цілей: тести, відгуки, порівняння КРІ тощо.

Опис та порівняльну характеристику основних інструментів формування індивідуального плану навчання та розвитку персоналу наведено в табл. 3.

Таблиця 3

**Порівняльна характеристика основних інструментів
формування індивідуального плану
навчання та розвитку персоналу**

№	Інструмент	Опис	Переваги	Недоліки
1	2	3	4	5
1	Індивідуальний план розвитку (ІПР)	Документ, що фіксує цілі, заходи та строки розвитку окремого працівника.	Чітка структура та персоналізація розвитку.	Потребує часу на розробку та регулярне оновлення.
2	Матриця компетенцій	Інструмент для аналізу відповідності навичок працівників вимогам посади або організації.	Визначення прогалів у компетенціях та точкове навчання.	Може бути складною у впровадженні без належної системи оцінки.
3	360-градусне оцінювання	Метод оцінювання, що включає зворотний зв'язок від колег, керівників,	Багатогранна оцінка, що сприяє глибшому розумінню потреб у навчанні.	Суб'єктивність оцінювання, потреба у культурі довіри.

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5
		підлеглих і самого працівника.		
4	Платформи e-learning	Онлайн-ресурси для самостійного або структурованого навчання.	Гнучкість, доступність, можливість навчатися у власному темпі.	Не завжди враховує індивідуальні потреби працівників.
5	Кар'єрне консультування (коучинг/менторство)	Процес супроводу професійного розвитку працівника через індивідуальні консультації з наставником або коучем.	Індивідуальний підхід, підтримка мотивації, розвиток soft skills.	Залежить від компетентності коуча/ментора, вимагає ресурсів.

Джерело: сформовано на основі [1; 7; 10]

Отож, індивідуальний план розвитку дозволяє перетворити загальні цілі на конкретні дії, забезпечує послідовність у розвитку та служить основою для контролю за динамікою професійного зростання працівника. Він може інтегруватися в загальну HR-стратегію організації та слугувати базою для подальших етапів оцінки й корекції.

Впровадження плану із супроводом наставника або керівника. На цьому етапі працівник переходить до активної реалізації наміченого плану, а керівник або ментор здійснює постійний супровід, надає консультації, допомагає адаптувати план до змінних умов та забезпечує емоційну підтримку [8; 9]. Серед основних елементів супроводу слід виокремити наступні:

- призначення наставника (ним може бути безпосередній керівник, досвідчений колега або HR-фахівець, який знайомий з кар'єрними цілями працівника та специфікою його роботи);

- регулярні зустрічі (проводяться з фіксованою періодичністю (наприклад, раз на 2 тижні) для обговорення прогресу, труднощів і уточнення подальших кроків);
- мотиваційна підтримка (надання зворотного зв'язку, підкреслення досягнень, допомога в подоланні невдач та підтримання внутрішньої мотивації до розвитку);
- коригування плану (за необхідності наставник допомагає адаптувати план до нових обставин (зміни пріоритетів компанії, ролі працівника або зовнішнього середовища)).

Опис та порівняльну характеристику інструментів супроводу наведено в табл. 4.

Слід відмітити, що впровадження плану розвитку із супроводом наставника підвищує ефективність навчання, забезпечує гнучкість реалізації та створює атмосферу довіри й залученості. Такий підхід сприяє більш глибокому засвоєнню знань і стабільному професійному зростанню.

Оцінка результатів і коригування індивідуального плану. Передбачає періодичний перегляд досягнутих результатів, оцінку ефективності навчання, адаптацію плану до нових умов або змін у цілях працівника чи організації, що дозволяє зробити процес розвитку безперервним і адаптивним [10]. На цьому етапі передбачається аналізування досягнутих результатів у межах реалізації індивідуального плану розвитку та внесення необхідних змін залежно від динаміки професійного зростання працівника, зворотного зв'язку та змін в організаційних пріоритетах.

Порівняльна характеристика інструментів оцінки результатів і коригування індивідуального плану відображена в табл. 5.

Коригування індивідуальної траєкторії розвитку персоналу – це процес перегляду та оновлення раніше визначених цілей, етапів і засобів професійного зростання працівника з урахуванням нових обставин, результатів оцінювання, змін у компетенціях або векторі розвитку організації.

Таблиця 4

Порівняльна характеристика інструментів супроводу

№	Інструмент супроводу	Опис	Переваги	Недоліки
1	Наставництво (менторство)	Передача знань і досвіду від більш досвідченого співробітника до менш досвідченого.	Швидка адаптація новачків, зниження помилок, мотиваційна підтримка.	Залежить від кваліфікації ментора; вимагає часу і ресурсів.
2	Коучинг	Супровід, що сприяє самостійному знаходженню рішень через спеціальні запитання.	Розвиток лідерства, відповідальності, внутрішньої мотивації.	Залежність від професіоналізму коуча; не всі працівники готові до цього формату.
3	Супервізія	Рефлексивна підтримка працівників у вирішенні професійних труднощів.	Покращує психологічний стан, запобігає професійному вигоранню.	Часто потребує зовнішніх фахівців; не завжди сприймається як необхідна.
4	Оцінювальні зустрічі (performance review)	Регулярні обговорення результатів праці та прогресу.	Чітка зворотна інформація, можливість коригування цілей.	Іноді сприймається формально або як контроль, а не розвиток.
5	Системи зворотного зв'язку	Збір думок працівників про умови роботи, процеси, керівництво.	Посилює діалог, допомагає виявляти приховані проблеми.	Ризик нещирості або формального підходу; потребує довіри.

Джерело: сформовано на основі [8; 9]

Таблиця 5

**Порівняльна характеристика інструментів оцінки результатів
і коригування індивідуального плану**

№	Інструмент	Опис	Переваги	Недоліки
1	2	3	4	5
1	Оцінювальні зустрічі (performance review)	Регулярне обговорення між працівником і керівником результатів роботи, досягнень і планів на майбутнє.	Дає змогу вчасно коригувати цілі, забезпечує зворотний зв'язок, мотивує до розвитку.	Може бути формальним; залежить від якості підготовки і довіри між сторонами.
2	Оцінка за компетенціями	Визначення рівня володіння ключовими навичками та знаннями відповідно до матриці компетенцій.	Дає змогу об'єктивно оцінити прогрес; допомагає виявити слабкі зони для корекції ІПР.	Вимагає чітко розроблених критеріїв; може бути складною для самостійного використання.
3	360-градусне оцінювання	Комплексна оцінка працівника з боку керівника, колег, підлеглих і самого себе.	Багатовимірна картина результативності; сприяє саморефлексії.	Вимагає культури відкритості; можливі упереджені оцінки.
4	Звіт про виконання ІПР	Формалізований документ, де фіксується, які пункти плану реалізовано, які – ні, та чому.	Сприяє системності у відстеженні прогресу; простота у використанні.	Може бути формальним без належного аналізу причин відхилень.

Продовження таблиці 5

1	2	3	4	5
5	Самооцінка	Оцінювання працівником власного прогресу та ефективності реалізації індивідуального плану.	Розвиває відповідальність і саморефлексію; легко впроваджується.	Може бути суб'єктивною або недостатньо критичною.

Джерело: сформовано на основі [5; 6; 10]

Цей процес включає кілька ключових кроків:

- аналізування досягнутих результатів (проводиться оцінювання виконання попередніх етапів індивідуального плану розвитку: які навички були засвоєні, які завдання – виконані, а які – ні);
- виявлення відхилень і причин (аналізуються причини, що завадили досягти запланованих результатів: брак ресурсів, зміна пріоритетів, недостатня мотивація, зовнішні фактори тощо);
- уточнення цілей і пріоритетів (можливе коригування цілей розвитку – вони можуть бути переглянуті, деталізовані або змінені відповідно до нових вимог посади, результатів діяльності або стратегічних завдань організації);
- адаптація плану дій (вносяться зміни в конкретні заходи навчання та розвитку: додаються нові формати (наприклад, коучинг, онлайн-курси), змінюються строки або відповідальні особи);
- повторна мотивація працівника (обговорюються нові можливості, кар'єрні перспективи, переваги досягнення оновлених цілей, що допомагає зберегти інтерес працівника до саморозвитку);
- фіксація оновленого ІПР усі зміни формалізуються в оновленій версії індивідуального плану розвитку та узгоджуються з працівником і керівником.

Отож, ефективне впровадження індивідуальних траєкторій розвитку персоналу можливе за умови активної залученості HR-фахівців,

які виконують роль координаторів і модераторів індивідуального розвитку працівників. А менеджери відіграють функцію наставників, що супроводжують працівника в його розвитку, створюють сприятливе середовище та забезпечують якісний зворотний зв'язок.

Застосування персоналізованих траєкторій розвитку сприяє підвищенню рівня залученості співробітників, зменшенню плинності кадрів, активізації самонавчання та утвердженню культури безперервного професійного вдосконалення. У сукупності це посилює інноваційний потенціал організації та зміцнює її конкурентні позиції.

Таким чином, індивідуальні траєкторії розвитку персоналу виступають дієвим інструментом стратегічного HR-менеджменту в умовах цифрових трансформацій. Вони забезпечують баланс між інтересами працівника та роботодавця, стимулюють професійне зростання та адаптацію до змінного зовнішнього середовища. У перспективі особливого значення набуває інтеграція смарт-аналітики та штучного інтелекту для автоматизованого проектування індивідуальних планів розвитку.

Висновки. Формування індивідуальних траєкторій розвитку персоналу в умовах діджиталізації є ефективним інструментом стратегічного управління людськими ресурсами. Успішна реалізація такого підходу можлива за умови активної участі HR-фахівців, які виступають координаторами професійного зростання, а також за підтримки менеджерів-наставників. Слід відмітити, що персоналізований розвиток забезпечує підвищення залученості персоналу, зниження плинності кадрів, формування культури безперервного навчання та інноваційної поведінки працівників.

Дослідження підтверджує, що цифрові інструменти – такі як платформи адаптивного навчання, системи управління талантами, e-learning та аналітичні системи – істотно підсилюють можливості реалізації індивідуальних траєкторій. Отож, індивідуалізація професійного зростання є ключем до адаптації організацій до викликів цифрової економіки.

Список використаних джерел

1. Назаренко О., Олесюк Н. Як за допомогою профстандарту вибудувати індивідуальну траєкторію професійного розвитку педагогів. *Практика управління дошкільним закладом*. № 1. 2022. URL: <https://ezavdnz.expertus.com.ua/947142> (дата звернення: 22.04.2025).
2. Ясінська Н. В. Сучасна наука про проектування індивідуальної освітньої траєкторії педагога в системі неперервної освіти. *Науково-методичний журнал «Педагогічний пошук»*. 2022. № 2. С. 49–53.
3. Оцінка персоналу: методи, які повинен знати кожний HR. Команда HURMA. URL: <https://hurma.work/blog/ocinka-personalu-metodi-yaki-povinen-znati-kozhnij-hr/> (дата звернення: 22.04.2025).
4. Методи оцінки персоналу. Команда PeopleForce. URL: <https://peopleforce.io/uk/blog/gid-metodi-otsinki-personalu> (дата звернення: 22.04.2025).
5. Мотивація та особистий розвиток: як досягти своїх цілей. URL: <https://theman.com.ua/motyvacziya-ta-osobystyj-rozvytok-yak-dosyagty-svoyih-czilej/> (дата звернення: 22.04.2025).
6. Що таке SMART-цілі? Команда HURMA. URL: <https://hurma.work/blog/smart-czili-pomylyky-ta-porady/> (дата звернення: 22.04.2025).
7. Індивідуальний план розвитку спеціаліста в компанії: як це працює. URL: <https://dou.ua/lenta/articles/individual-development-plan/> (дата звернення: 22.04.2025).
8. Новик І., Венгловська О. Наставництво: професійна підтримка та розвиток педагогів. Київ: УІРО, 2023. 111 с.
9. Никифорак В. А., Мельник О. І., Белінська Ю. О. Коучинг як інструмент управління персоналом. *Електронне наукове видання «Ефективна економіка»*. 2019. №4. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4_2019/58.pdf (дата звернення: 22.04.2025).
10. Індивідуальний план розвитку: 4 важливі елементи. URL: <https://budni.robota.ua/hr/individualniy-plan-rozvitku-4-neobhidni-elementi> (дата звернення: 22.04.2025).

СЛОБОДЯНИК Валентина Григорівна,

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри мультимедійних технологій
НУ «Львівська політехніка»,
Інститут поліграфії та медійних технологій,
м. Львів, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6982-7194>

2.2. ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНСЬКИЙ БІЗНЕС ПОЛІГРАФІЇ

Вступ. У сучасному світі, в умовах глобалізаційних процесів і економічної нестабільності, Україні необхідно активно впроваджувати інноваційні та стійкі технології для розвитку ключових галузей економіки. Однією з таких галузей є поліграфія, яка займає важливе місце в економічній структурі країни, але зазнає значних екологічних і економічних викликів.

Обсяг ринку флексографічного друку значно збільшився за останні роки. Прогнозується [1], що він виросте з 6,5 мільярда доларів США у 2024 році до 7,11 мільярда доларів США у 2025 році, що відповідатиме середньорічному темпу зростання (CAGR) 9,4 %. Такий розвиток ринку обумовлений підвищенням економічної ефективності, впровадженням високошвидкісного друку, широким використанням універсальних задруковуваних матеріалів, покращенням якості та стабільності процесу, а також активним розвитком пакувальної індустрії. Очікується [1], що ринок флексографічного друку продовжить своє активне розширення в наступні кілька років. До 2029 року його обсяг досягне 10,25 мільярда доларів США, при середньорічному темпі росту (CAGR) 9,6 %. Такий розвиток ринку можна пояснити зростаючим попитом на екологічну упаковку, швидким розвитком електронної комерції, глобалізацією брендів, змінами в потребах щодо реклами та маркування, а також збільшенням інтересу до малотиражного друку. Основні тенденції в прогнозованому

періоді включають інновації в анілоксові рулони та системи подачі чорнила, зростання попиту на друковані етикетки та гнучкі пакувальні плівки, кастомізацію та малотиражний друк в упаковці, впровадження автоматизації процесів та підвищення ефективності робочого процесу, розширення флексографічного друку на гофроупаковці [1].

Виклад основних результатів дослідження. В умовах важкої економічної ситуації в Україні, коли підприємства часто стикаються з високими витратами на імпортні хімічні матеріали, особливо для флексографічного друку, виникає нагальна потреба в розробці альтернативних, більш економічно вигідних та екологічно чистих технологій. Значні витрати підприємств у поліграфії складаються саме з вартості закупівлі розчинників для очищення фотополімерних форм, які зазвичай викидаються після використання. Технології регенерації розчинників здатні значно знизити витрати на нові матеріали, а також зменшити екологічний слід підприємств.

Впровадження інноваційних рішень, таких як розробка українського розчинника на основі води та органічних сполук для очищення фотополімерних форм [2], не тільки дозволяє знизити залежність від імпортних товарів, а й сприяє розвитку циркулярної економіки в Україні. Цей підхід відповідає сучасним екологічним і економічним вимогам сталого розвитку, адже забезпечує повторне використання ресурсів і мінімізує шкідливий вплив на довкілля.

Цифровізація поліграфічних процесів також відіграє важливу роль у підвищенні ефективності виробництва. Завдяки цифровим технологіям, таких як автоматизація вимивання фотополімерних форм, можна досягти більш високих стандартів якості і скоротити витрати на виробництво, що в кінцевому підсумку сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємств.

Тому актуальність цієї роботи полягає в дослідженні економічної вигоди від застосування технологій регенерації розчинників у поліграфії, їх впливу на зменшення витрат, зниження екологічного впливу та інтеграції в процес цифровізації виробництва.

Розробка таких інноваційних рішень є необхідним кроком для забезпечення сталого розвитку поліграфічної індустрії в Україні.

Метою цього дослідження є вивчення економічної вигоди від застосування розчинників для вимивання фотополімерних форм у флексографії з можливістю їх регенерації та повторного використання, а також визначення впливу цифрових технологій на зниження витрат та покращення екологічних характеристик поліграфічного виробництва.

Оскільки в Україні поліграфічні підприємства часто стикаються з високими витратами на закупівлю імпортованих хімікатів, це дослідження має на меті запропонувати ефективні економічні та екологічні рішення для оптимізації виробничих процесів.

У дослідженні було поставлено низку завдань, що стосуються економічної доцільності та технологічної ефективності впровадження цифрових інструментів у процес регенерації розчинників. Зокрема, здійснено оцінку економічної вигоди від застосування даної технології, з акцентом на зниження витрат на закупівлю нових розчинників та утилізацію відходів. Також досліджено вплив цифровізації на оптимізацію процесів регенерації, що дозволяє мінімізувати споживання енергії та матеріалів. У межах роботи проаналізовано екологічні й економічні переваги повторного використання розчинників у контексті принципів циркулярної економіки. Розроблено практичні рекомендації для поліграфічних підприємств щодо впровадження технології з урахуванням специфіки їхніх ресурсних і технічних можливостей. Крім того, проведено аналіз можливостей інтеграції регенераційних процесів у цифрові системи управління виробництвом, що відкриває перспективи подальшого зниження витрат та підвищення ефективності діяльності підприємств галузі.

Впровадження цифрових технологій у процеси регенерації розчинників може значно оптимізувати витрати, зменшити час на виконання робіт, знизити енергетичні витрати та мінімізувати відходи. Це не лише забезпечує економічну вигоду для поліграфічних підприємств, а й має важливі екологічні переваги, що є суттєвим аспектом у контексті сталого розвитку та цифровізації економіки України.

Флексографія – це високошвидкісна технологія друку, що використовує еластичні форми для перенесення зображень на різноманітні матеріали, зокрема папір, плівку, текстиль і металеві плівки. Особливістю флексографії є використання рідких фарб, які наносяться на матеріал через еластичні фотополімерні пластини. Цей метод відрізняється своєю здатністю працювати з різними типами фарб, такими як водорозчинні і ультрафіолетові, що робить його екологічно чистішим порівняно з іншими технологіями. Флексографія дозволяє отримувати високу якість друку на гнучких матеріалах, таких як упаковка та етикетки. Завдяки високій швидкості друку цей метод є ідеальним для масового виробництва великих тиражів, що робить його економічно вигідним для промислових підприємств. Порівняно з іншими методами, флексографія має низький рівень витрат на виготовлення форм, що значно знижує загальні витрати на виробництво. Однак для досягнення стабільності та точності друку необхідно враховувати деякі технічні вимоги до якості матеріалів і фарб.

Цифровізація поліграфічного виробництва є важливим кроком у розвитку галузі, що дозволяє значно підвищити ефективність, знизити витрати та покращити якість продукції. У флексографії цифрові технології використовуються на всіх етапах виробничого процесу, починаючи від проєктування та виготовлення форм до контролю якості та автоматизації друкарських операцій. Завдяки цифровим технологіям поліграфічні підприємства здатні оптимізувати витрати на матеріали, зменшити час на налаштування обладнання та забезпечити високу точність друку.

Сучасна флексографія активно інтегрує цифрові технології, що дозволяє не лише значно підвищити ефективність виробництва, а й знизити витрати та покращити екологічні показники. Одним із таких нововведень є застосування технології PolyJet для виготовлення флексографічних форм. Дослідження показали, що 3D-друковані пластини, виготовлені за допомогою цієї технології, можуть забезпечити високу якість друку на водорозчинних фарбах, хоча їхня оптична щільність на покритих паперах була на 10 % нижчою порівняно з традиційними фотополімерними пластинами [3].

Наочно демонструє (рис. 1) два різних методи виготовлення друкарських форм: традиційний метод з використанням розчинника та адитивний метод, що застосовує технологію PolyJet.

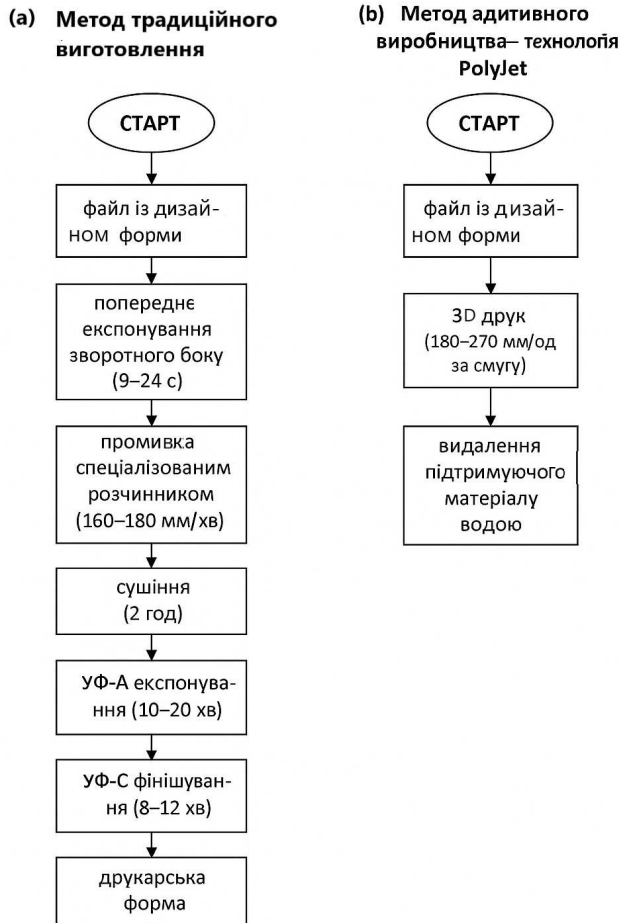


Рис. 1. Схеми виготовлення форм для флексографічного друку:
(а) традиційна технологія виготовлення фотополімерної форми
та (б) 3D-друкованих за технологією PolyJet

Джерело: складено на основі [3]

Основною відмінністю між цими двома методами є процес промивки форми. У традиційному методі, який описано в лівій частині схеми, для очищення форми від надлишків матеріалу використовується спеціалізований розчинник. Цей процес дозволяє ефективно видаляти залишки фотополімеру, проте він пов'язаний з певними екологічними ризиками через використання хімічних речовин. Зокрема, такі розчинники можуть бути токсичними для навколишнього середовища, якщо не застосовувати відповідні методи утилізації.

У правій частині схеми (рис. 1) зображено процес, що застосовує технологію PolyJet, де замість розчинників використовують воду для промивки форми. Це робить метод більш екологічним, адже вода є менш шкідливою для довкілля. Однак, навіть у цьому випадку, вода після промивки все ж міститиме часточки полімерів, що робить її непридатною для прямого скидання у навколишнє середовище без додаткової очистки. Тому, хоч цей метод і є більш екологічно чистим, проблема утилізації води з полімерними частками залишається актуальною.

Таким чином, кожен з методів [3] має свої переваги та недоліки. Традиційний метод є перевіреним і широко використовуваним, але він вимагає більших екологічних зусиль щодо утилізації хімічних речовин. У той же час, метод PolyJet є більш екологічно безпечним через використання води, але вимагає додаткових кроків для очищення води від залишків полімеру.

Використання методів Lean та штучного інтелекту (AI) для покращення енергоефективності в процесах флексографічного друку дозволяє значно знижувати виробничі витрати. Зокрема, застосування Lean-технологій дозволяє оптимізувати виробничі процеси, зменшуючи енергоспоживання та збільшуючи ефективність використання ресурсів. Інтеграція AI допомагає прогнозувати та автоматично регулювати параметри виробництва, що знижує витрати енергії та часу на налаштування машин, забезпечуючи більшу стабільність і контроль за процесами [4].

Такі інноваційні технології надають виробникам можливість значно скоротити експлуатаційні витрати, зберігаючи при цьому

високу якість продукції та знижуючи екологічний вплив. Це особливо важливо в умовах високої конкуренції на ринку, де швидкість і економічна ефективність стають визначальними факторами для забезпечення конкурентоспроможності та рентабельності підприємства [5].

Також для виготовлення флексографічних форм за маскувальною технологією в лазерних пристроях застосовують одночасне формування зображення лазерним променем та основне УФ-експонування. Комбінація цих двох процесів забезпечує не лише економічний ефект, але й покращує якість, підвищуючи рівень повторюваності форм, їх стійкість і контроль за формуванням растрової точки в цифровому зображенні. Це також дозволяє уникнути пошкоджень фотополімерного шару, оскільки усувається необхідність перенесення форми в експонувальний пристрій. Такі пластини використовуються для друку на гофрокартоні, а також на паперових і синтетичних мішках. Крім того, пластини високої твердості, які мають менше розтискування растрових елементів, застосовуються для друку високолінійних робіт [5].

Технологія лазерного аблятивного маскування (LAMS) є однією з найбільш поширених для виробництва флексографічних форм. Дослідження показали, що оптимізація пост-обробки ультрафіолетовим випромінюванням (UVA та UVC) може значно покращити поверхневі властивості фотополімерних матеріалів. Використання штучних нейронних мереж для прогнозування цих властивостей дозволяє автоматизувати процес та досягти високої якості друку [6].

Незважаючи на значний прогрес у розвитку цифрових технологій у флексографії, впровадження новітніх технологій та обладнання все ще є значним викликом для поліграфічних підприємств. Одним з основних бар'єрів є необхідність адаптації існуючого обладнання до нових технологічних вимог, що вимагає значних фінансових вкладень. Більшість підприємств, зокрема в Україні, стикаються з труднощами при оновленні обладнання, яке може потребувати кілька років або навіть десятиліть для повної модернізації, що є особливо актуальним в умовах обмежених ресурсів.

Крім того, необхідність навчання персоналу та забезпечення сумісності нових матеріалів з традиційними фарбами та субстра-тами ускладнює швидке впровадження інноваційних технологій. Водночас, рішенням для зниження витрат на закупівлю нових розчинників та зменшення впливу на навколишнє середовище є використання водних розчинників або альтернативних органічних розчинників.

Особливо важливим є застосування технології регенерації розчинників, що дозволяє значно знизити витрати на нові матеріали. Регенерація розчинників є економічно вигідною, оскільки дозволяє повторно використовувати розчинники без необхідності закуповувати нові, що призводить до значних заощаджень для підприємств. Проте, для ефективної регенерації необхідно мати відповідне обладнання, яке здатне відокремлювати використані розчинники та очищати їх для подальшого використання в процесі вимивання фотополімерних форм.

Розробки в галузі, зокрема пристрої для регенерації розчинників [7], дозволяють зменшити викиди токсичних речовин в атмосферу, а також знизити кількість відходів, що утворюються під час виробничого процесу. Це не лише покращує екологічну ситуацію, а й знижує витрати підприємств на обробку та утилізацію відходів.

Проте застосування води як розчинника також має свої виклики. Хоча цей метод є екологічно безпечнішим, він вимагає значних змін у складі фотополімерних матеріалів, зокрема, у плівкоутворюючих полімерів, щоб забезпечити необхідні фізико-хімічні властивості та світлочутливість. Крім того, водні розчини можуть вимагати додаткової очистки перед скиданням у каналізацію, що створює додаткові витрати на водопідготовку та водоочищення.

Таким чином, впровадження нових технологій, таких як регенерація розчинників та використання водорозчинних матеріалів, має значний потенціал для зниження витрат і покращення екологічної безпеки, але вимагає великих початкових інвестицій у модернізацію обладнання та навчання персоналу.

У сучасній поліграфії, де зростає попит на екологічно чисті технології та ефективне використання ресурсів, важливим аспектом є впровадження цифрових систем для контролю за процесами регенерації розчинників. Це дозволяє зменшити витрати на нові матеріали та знизити екологічне навантаження, що є важливою складовою стратегій сталого розвитку в поліграфії. Регулювання параметрів, таких як температура, в'язкість, рівень концентрації розчинника та інші критичні фактори, значно підвищує ефективність регенерації. Однак ефективність цього процесу залежить не тільки від технології, а й від інструментів, які застосовуються для цієї регенерації.

Одним з важливих елементів у процесі регенерації є пристрій для регенерації розчинників [8], який забезпечує багаторазове використання розчинників, що використовуються у флексографії для очищення фотополімерних форм. Цей пристрій працює за принципом фільтрації та очищення розчинників від забруднюючих компонентів, таких як залишки фарби та хімічні сполуки. За допомогою цифрових сенсорів пристрій автоматично моніторить рівень забруднення розчинників, температурні умови та інші параметри, що дозволяє здійснювати регенерацію в автоматизованому режимі. Всі ці параметри передаються в централізовану систему управління, що забезпечує точність і контроль за процесом. Цей процес також дозволяє значно знизити споживання нових розчинників та зменшити кількість відходів, що підвищує екологічну ефективність підприємства.

Використання таких пристроїв має чимало економічних переваг. Оскільки ці пристрої дозволяють багаторазово використовувати розчинники, підприємства можуть значно знижувати витрати на закупівлю нових матеріалів. За оцінками, застосування технології регенерації може дозволити зекономити до 20–30 % витрат на хімічні матеріали щорічно. Крім того, регенерація розчинників допомагає зменшити обсяги відходів, що потребують спеціальної утилізації, що також дає економічний ефект, оскільки витрати на утилізацію токсичних матеріалів є значними для багатьох підприємств.

Важливим аспектом є також покращення екологічного профілю виробництва. У той час як традиційні методи очищення розчинниками часто передбачають скидання відпрацьованих матеріалів у навколишнє середовище або викиди в атмосферу, використання пристроїв для регенерації дозволяє значно зменшити це навантаження. Замість того, щоб розчинники потрапляли в навколишнє середовище, вони очищуються і можуть бути використані знову, зменшуючи таким чином негативний вплив на довкілля.

Крім того, технологія регенерації дає можливість покращити безпеку на підприємстві, оскільки зменшується кількість токсичних відходів, що повинні оброблятися спеціальними службами. Весь процес регенерації здійснюється в замкнутій системі, що мінімізує ризик контакту персоналу з шкідливими хімічними речовинами.

У зв'язку з загостренням екологічної ситуації, що, зокрема, пов'язана з використанням токсичних органічних розчинників у технологічних процесах, у поліграфічній промисловості спостерігається стійка тенденція до переходу на водні системи в процесах проявлення фотополімерних форм. Вода як розчинник демонструє суттєві переваги: вона не тільки екологічно безпечніша, але й позбавлена пожежонебезпечних властивостей, властивих традиційним органічним речовинам.

Одним із прикладів такого підходу є рішення компанії ToyoBo, яка впровадила технологію виготовлення флексографічних форм на основі пластин типу Cosmolight, що проявляються у теплому розчині поверхнево-активних речовин (ПАР) із використанням спеціального обладнання – процесора Cosmo. У процесі проявлення неопромінені ділянки пластини розщеплюються і перетворюються на суспензію, яка далі розділяється всередині процесора, що забезпечує чистий і керований технологічний цикл.

Інноваційним підходом є також застосування розробленого гетерофазного розчинника, який дозволяє використовувати один процесор для роботи як з гідрофільними, так і з гідрофобними пластинами. Це технологічне рішення суттєво підвищує

універсальність виробничих процесів, знижує витрати на обладнання та оптимізує виробничий простір.

Варто відзначити, що хоча використання емульсійних систем є досить поширеним у різних галузях техніки, у сфері виготовлення флексографічних форм інформація щодо хімічного складу та властивостей таких розчинів досі є обмеженою. Зокрема, недостатньо вивченими залишаються фізико-хімічні характеристики та технологічні параметри, які визначають стабільність і якість процесу вимивання.

Одним із ключових показників, що впливає на ефективність проявлення латентного зображення, є ступінь насичення вимивного розчину фотополімером, що безпосередньо впливає на його в'язкість. Практичні дані показують, що для забезпечення якісного вимивання органічними розчинниками допустимий рівень насичення має становити не більше 5–10 %. Перевищення цього порогу призводить до значного зниження швидкості, глибини проявлення та втрати здатності точно відтворювати складні растрові елементи.

Результати експериментального дослідження залежності динамічної в'язкості гетерофазного вимивного розчину від концентрації фотополімеризаційно здатної композиції (ФПК), представлені графіками (рис. 2).

Виявили неочікуване явище зниження в'язкості розчину при додаванні певних полімерних матеріалів. Такий ефект спостерігався для різних композицій, але найбільш виразно проявився під час вимивання пластин типу Cyrel NOW і Asahi AFP-HD, у той час як композиції Nyloflex FAN та Pasaflex демонстрували значно менш виражене зниження в'язкості.

Поглиблене дослідження (рис. 2), засвідчило, що зменшення в'язкості вимивного розчину відбувається до досягнення приблизно 1 % концентрації ФПК, після чого спостерігається зворотна тенденція – зростання в'язкості порівняно з вихідною. Особливо помітне зниження в'язкості фіксується при концентрації ФПК у межах 0,05–0,1 %, що вказує на специфічну реакцію дисперсної системи на малі кількості полімерного компонента.

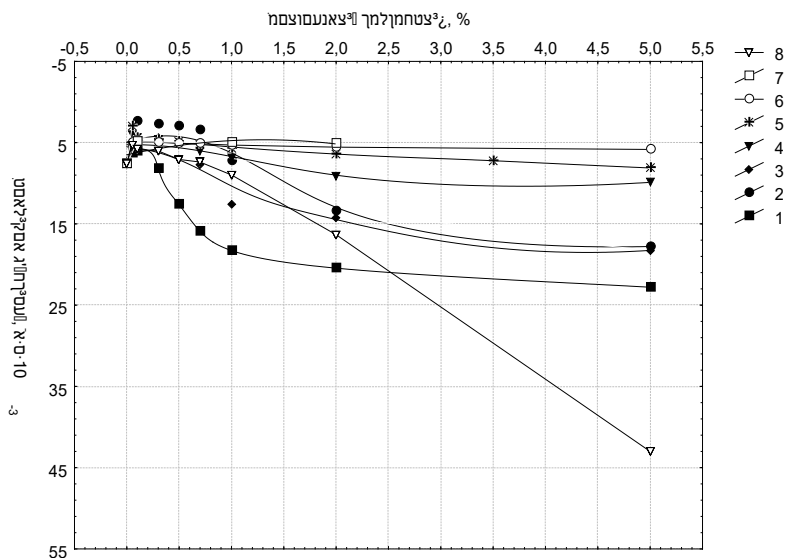


Рис. 2. Залежність динамічної в'язкості від концентрації (до 5 %), розчиненої у вимивному розчині композицій різних типів: 1 – Pasaflex, 2 – Cyrel NOW, 3 – Asahi, 4 – Nyloflex FAN, 5 – ICT, 6 – ICT+ТМДА, 7 – ДМЕГ, 8 – Рельєф

Джерело: складено на основі [9]

Поглиблене дослідження (рис. 2), засвідчило, що зменшення в'язкості вимивного розчину відбувається до досягнення приблизно 1 % концентрації ФПК, після чого спостерігається зворотна тенденція – зростання в'язкості порівняно з вихідною. Особливо помітне зниження в'язкості фіксується при концентрації ФПК у межах 0,05–0,1 %, що вказує на специфічну реакцію дисперсної системи на малі кількості полімерного компонента.

Відомо, що фотополімерні композиції досліджуваного типу зазвичай містять різні за хімічною природою компоненти, серед яких основну роль відіграють полімери та мономер. Для моделювання їхнього впливу на в'язкісні властивості розчину, до емульсійної вимивної системи окремо додавали ізопрен-стирольний

термоеластопласт (ІСТ-20), метакрилатний мономер (ДМЕГ – диметакрилат етиленгліколю) та їхню суміш.

Отримані результати показали, що мономер практично не змінює в'язкість розчину, тоді як ІСТ-20, подібно до основних компонентів полімерної композиції, спричиняє помітне зниження в'язкості емульсійного розчину при малих концентраціях.

Аналіз за допомогою мікрофотографування гетерофазних систем, що містять різні концентрації ФПК Cyrel NOW представлений нижче (рис. 3).

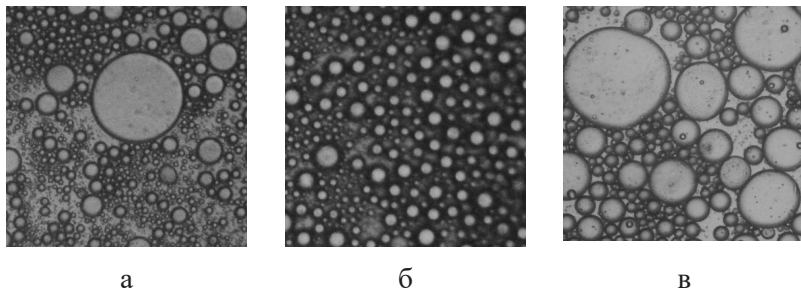


Рис. 3. Мікрофотографії емульсійного розчину:
а – без додавання ФПК; б – із вмістом 0,7 % ФПК Cyrel NOW;
в – із вмістом 5 % ФПК Cyrel NOW

Джерело: складено на основі [10]

Виявлені зміни динамічної в'язкості емульсійного вимивного розчину можуть бути зумовлені трансформаціями його мікроструктури, що відбуваються під час взаємодії з компонентами фотополімерної композиції. Для підтвердження цієї гіпотези було проведено візуальний аналіз (рис. 3).

Мікрофотографії наочно демонструють зміну дисперсної структури емульсійного середовища залежно від концентрації фотополімеру. На початковому етапі вимивання, за низьких концентрацій ФПК (до 1 %), система набуває дрібнодисперсного і більш однорідного характеру, ймовірно, внаслідок стабілізації

олеофільних частинок за рахунок мономерів або супутніх компонентів фотополімерної композиції. Ця стабілізація сприяє зниженню в'язкості, що, своєю чергою, покращує дифузію розчину в полімерний шар і пришвидшує процес вимивання.

За подальшого накопичення ФПК у розчині, компоненти фотополімеру починають розчинятись у олеофільній фазі, спричиняючи збільшення розміру частинок і поступову коалесценцію. Це призводить до зростання в'язкості та її стабілізації на новому рівні. Така поведінка характерна для органорозчинних систем, у той час як у випадку водорозчинних фотополімерів (наприклад, ФПК Рельєф), в'язкість зростає з самого початку через безпосереднє розчинення компонентів у водному дисперсійному середовищі.

Таким чином, використання емульсійних розчинів у процесі проявлення латентного зображення супроводжується спочатку зниженням в'язкості (до концентрацій 1–1,5 %), що пов'язане з гомогенізацією дисперсної фази, а згодом – її збільшенням і стабілізацією внаслідок розчинення фотополімерних компонентів в олеофільній фазі. Такий механізм сприяє інтенсифікації процесу вимивання на ранніх стадіях та дозволяє зменшити час обробки форми.

З метою оцінки зносостійкості фотополімерних друкарських форм було проведено порівняльне дослідження зразків «Nyloflex FAN» та «Cyrel AQS». Після 20-хвилинного опромінення лампами ЛУФ-80 форми вимивалися у чотирьох різних вимивних розчинах: тетрахлоретилені (ТХЕ), сольвенті нафтового походження, розчині Optisol та розробленому гетерофазному розчиннику (ГР).

Представлено мікроструктуру слідів тертя для обох типів пластин (рис. 4).

Абразивне навантаження викликає поступову трансформацію рельєфу фотополімерів (рис. 5). Зношення в умовах тертя має напрямлену природу: руйнування формується вздовж траєкторій механічного впливу й поширюється у глиб матеріалу. При цьому для зразків, вимитих у гетерофазному розчиннику (рис. 4, 5), спостерігається значно менша інтенсивність зношування, що потенційно продовжує їх ресурс експлуатації.

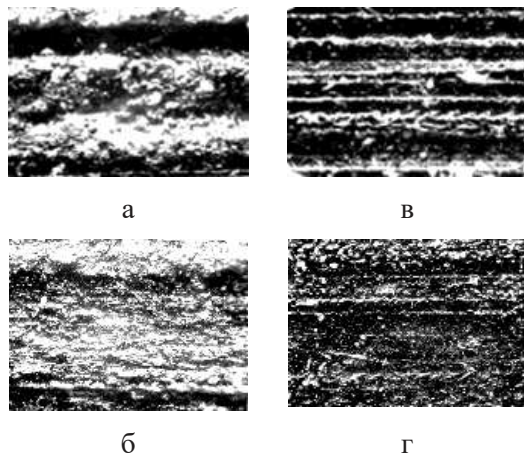


Рис. 4. Мікрофотографії слідів зношування на поверхні фотополімерних друкарських форм, оброблених у різних вимивних середовищах: а – «Cyrel AQS» у TXE; б – «Cyrel AQS» у ГР; в – «Nyloflex FAN» у TXE; г – «Nyloflex FAN» в ГР

Джерело: складено на основі [11]

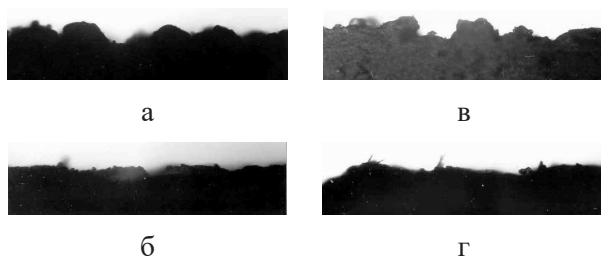


Рис. 5. Мікрофотографії поверхневого рельєфу ФДФ після абразивного зношування у різних вимивних середовищах: а – «Cyrel AQS» у TXE; б – «Cyrel AQS» у ГР; в – «Nyloflex FAN» у TXE; г – «Nyloflex FAN» у ГР

Джерело: складено на основі [11]

Як показано (рис. 4, 5), форми «Nyloflex FAN» демонстрували приблизно утричі вищу стійкість до стирання, що пояснюється їхньою вищою твердістю та відмінностями у хімічному складі [11].

Запропонована технологія регенерації розчинників для вимивання фотополімерних флексографічних друкарських форм ґрунтується на сепарації багатофазної дисперсної системи, яка складається з води (~47,35 %), нафтового сольвенту (~47,35 %), фотополімеру (~5 %) і поверхнево-активних речовин (~0,3 %). Така суміш може розглядатися як водно-сольвентна дисперсія фотополімеру, що потребує двостадійної сепарації з метою економії ресурсів шляхом повторного використання сольвенту.

На основі фізико-хімічних властивостей системи була обґрунтована конструкція двосекційного сепаратора, де:

- перша секція забезпечує грубе розділення системи на воду та сольвентно-полімерну фазу;
- друга секція здійснює подальше очищення сольвенту від полімерних включень.

Така конфігурація виправдана близькістю густини полімеру й нафтового сольвенту, а також малими розмірами частинок полімерної фази (середній розмір ~0,19 мкм).

Розрахункова продуктивність сепаратора складає 20–30 л/год, що відповідає типовим потребам невеликих поліграфічних підприємств.

Цей показник визначений на основі формули продуктивності сепаратора:

$$Q = \frac{\beta \cdot V \cdot n \cdot z}{P \cdot \tau} \quad (1)$$

β – технологічний к. к. д. сепаратора (0,6),

V – робочий об'єм тарілчастого пакета,

n – частота обертання барабана,

z – кількість тарілок,

P – коефіцієнт переповнення (130),

τ – розділювальна здатність системи, визначена згідно параметрів дисперсної суміші.

На першій стадії сепарації (нижня секція барабану) відбувається ефективне розділення водно-сольвентної суміші. За розрахунками оптимальними є такі конструктивні параметри нижньої секції:

- частота обертання барабану: 7500 об/хв;
- максимальний радіус тарілок: 73 мм;
- мінімальний радіус тарілок: 30 мм;
- відстань між тарілками: 0,5 мм;
- загальна кількість тарілок: 87.

Ефективність сепарації досягається завдяки розташуванню вхідного отвору на рівні нейтрального шару ($R_x = 60$ мм), що сприяє швидкому розділенню фаз та знижує витрати енергії й часу.

Верхня секція барабану призначена для додаткового очищення сольвенту від полімерних частинок, концентрація яких у сольвентній фазі не перевищує 10 %. Конструктивні параметри верхньої секції:

- частота обертання барабану: 7500 об/хв;
- максимальний та мінімальний радіуси тарілок аналогічні нижній секції (73 та 30 мм відповідно);
- відстань між тарілками: 0,3 мм;
- кількість тарілок: 30 шт.;
- положення нейтрального шару ($R_x = 50$ мм).

Високі оберти забезпечують можливість сепарації частинок полімеру з мінімальним розміром близько 0,042 мкм. Це дозволяє максимально ефективно очищати сольвент, роблячи його придатним для повторного використання у виробничому процесі.

Економічний ефект від застосування такого сепаратора полягає в суттєвому скороченні витрат на придбання нового сольвенту, а також зниженні витрат на утилізацію відпрацьованих розчинів. Використання регенованого сольвенту сприяє зменшенню загальної вартості технологічного циклу до 20–30 %, забезпечуючи конкурентну перевагу для підприємств, особливо в умовах дефіциту ресурсів та зростання цін на витратні матеріали.

Підприємства, які впроваджуватимуть такі технології, можуть досягти значних покращень у своїй економічній діяльності.

Використання пристроїв для регенерації дозволить знизити витрати на закупівлю розчинників на 25 % за рік. Більше того, застосування автоматизованих систем для контролю за процесами регенерації дозволить зменшити кількість дефектів продукції та значно покращити якість друку. Ці результати демонструють не лише економічний ефект, а й позитивний вплив на екологічну ситуацію, оскільки зменшуються обсяги шкідливих викидів у довкілля.

У майбутньому впровадження цифрових систем для регенерації розчинників стане ще більш ефективним завдяки розвитку нових технологій, таких як машинне навчання для прогнозування рівня забруднення розчинників і автоматизоване налаштування процесу. Це дозволить досягти ще більших економічних вигод та покращити екологічні характеристики виробництва.

Цифрові технології, зокрема системи автоматизованого управління, Інтернет речей (IoT) та штучний інтелект (AI), здатні значно оптимізувати процеси регенерації розчинників. Завдяки використанню цифрових сенсорів для моніторингу параметрів розчинника, таких як температура, в'язкість та склад, можна автоматично коригувати параметри процесу для досягнення максимальної ефективності. Це дозволяє не лише покращити економічні показники, а й підвищити стабільність виробничого процесу та зменшити відходи.

Системи моніторингу в реальному часі, що використовують цифрові сенсори, можуть автоматично регулювати температурні режими та витрату енергії, знижуючи споживання енергоресурсів та підвищуючи швидкість регенерації розчинників.

Інтеграція цифрових систем автоматизації дозволяє значно знизити людський фактор у процесі регенерації розчинників, що зменшує кількість помилок, підвищує точність регенерації та скорочує час на налаштування. Це дає змогу не лише заощаджувати час, а й мінімізувати витрати на додаткові операції, такі як очищення та утилізація відходів. В результаті знижується загальна вартість процесу, а ефективність регенерації розчинників підвищується.

У сучасних підприємствах [12], що впроваджують цифрові системи для регенерації розчинників, спостерігається значне зниження операційних витрат та підвищення загальної ефективності. Одним із яскравих прикладів є використання цифрових платформ для управління витратами розчинників на підприємствах у Європі [13]. Вони інтегрують IoT-пристрої, які постійно вимірюють параметри розчинників і передають ці дані на центральну платформу для аналізу. Платформи використовують алгоритми штучного інтелекту для прогнозування та оптимізації споживання розчинників.

Подібні принципи інтелектуального керування описано в роботі [14], де для автоматизації процесу регенерації розчинника застосовано методи нечіткої логіки та моделювання в середовищі MATLAB. Це дозволяє адаптувати технологічні параметри в реальному часі, підвищуючи стабільність процесу та знижуючи енергоспоживання, сприяє створенню адаптивних систем керування, що відповідають концепції цифровізації виробництва в рамках індустрії 4.0.

Висновки. Результати проведеного дослідження підтвердили актуальність і доцільність впровадження цифрових технологій у процеси виготовлення та регенерації розчинників, що використовуються у флексографічному друці. Такий підхід дозволяє одночасно вирішити кілька критичних завдань: скорочення виробничих витрат, зменшення екологічного навантаження на підприємства та підвищення ефективності виробництва в умовах обмежених ресурсів.

У рамках роботи здійснено глибокий аналіз властивостей гетерофазного розчинника, що розроблений для вимивання фотополімерних форм. Запропоновано концепцію його багаторазового використання без втрати якості, а також технічне рішення у вигляді двосекційного сепаратора, який забезпечує ефективне очищення багатофазної системи «вода – сольвент – полімер». Параметри пристрою адаптовані до потреб малих і середніх поліграфічних підприємств, що підвищує його універсальність і економічну доцільність.

Результати експериментальних досліджень – мікроскопічного та реологічного – засвідчили, що на ранніх етапах вимивання знижується в'язкість розчину, що сприяє інтенсифікації процесу очищення. При цьому твердість і зносостійкість форм зберігаються на високому рівні навіть після кількох циклів регенерації, що підтверджує ефективність розробленої технології.

Економічний ефект проявляється у скороченні витрат на хімічні реагенти на 25–30 %, зменшенні кількості відходів, а також у зниженні залежності підприємств від імпортованих матеріалів, що особливо актуально для українських виробників в умовах кризи. Регенерація розчинників є ключовим елементом переходу до циркулярної моделі виробництва, яка базується на принципах повторного використання ресурсів і сталого розвитку.

Особливу увагу в роботі приділено цифровим рішенням, які забезпечують моніторинг та керування параметрами технологічного процесу. Використання IoT-пристроїв, сенсорів в'язкості та температури, інтегрованих у автоматизовані системи керування, дозволяє отримати точні дані в реальному часі, а аналітичні модулі на основі штучного інтелекту – прогнозувати момент оптимальної регенерації або заміни робочого розчину. Такий підхід є прикладом ефективної цифровізації виробництва, що відповідає європейським практикам модернізації бізнесу та сприяє підвищенню конкурентоспроможності галузі.

Представлений матеріал демонструє приклад успішного поєднання екологічного підходу, інженерних інновацій та цифрових технологій у поліграфічному виробництві. Отримані результати можуть бути використані як основа для подальших досліджень, спрямованих на цифрову трансформацію виробничих процесів, а також для адаптації подібних рішень у суміжних галузях промисловості в умовах переходу до сталого та ресурсоефективного розвитку.

Список використаних джерел

1. Flexographic Printing Global Market Report 202. The Business Research Company. 2025. URL: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/flexographic-printing-global-market-report> (Last accessed: 12.03.2025).
2. Шибанов В. В., Слободяник В. Г. Проявник для вимивання зображень фотополімерних друкарських форм: пат. 71762 А Україна G03F 7/32. Заявник і патентовласник Українська академія друкарства; заявл. 09.12.2003; опубл. 15.12.2004, Бюл. № 12.
3. Izdebska-Podsiadły J., Lasecki A. Application of Poly-Jet 3D Printing in Production of Flexographic Printing Plates. *Applied Sciences*. 2024. Vol. 14. № 19. Article 8593. URL: <https://doi.org/10.3390/app14198593> (Last accessed: 29.03.2025).
4. Abusag Z., Zahoor S., Habib M. S., Rehman M., Mahmood J., Kanan M., Mushtaq R. T. Improving Energy Performance in Flexographic Printing Process through Lean and AI Techniques: A Case Study. *Energies*. 2023. Vol. 16. № 4. Article 1972. URL: <https://doi.org/10.3390/en16041972> (Last accessed: 29.03.2025).
5. Saueressig GmbH & Co. KG. How sustainable is flexo plate production? *Flexotiefdruck*. 2023. URL: <https://www.flexotiefdruck.de/dossiers/how-sustainable-is-flexo-plate-production/> (Last accessed: 29.03.2025).
6. Donevski D., Tomašegović T., Mahović Poljaček S. Optimizing the Neural Network Architecture for Automation of the Tailored UV Post-Treatment of Photopolymer Printing Plates. *Machines*. 2023. Vol. 11. № 6. Article 618. URL: <https://doi.org/10.3390/machines11060618> (Last accessed: 29.03.2025).
7. Слободяник В. Г., Репета В. Б., Шибанов В. В. Пристрій для вимивання фотополімерних флексографічних друкарських форм: пат. 73008 Україна B41D 7/00. Заявник і патентовласник Українська академія друкарства; заявл. 08.02.2012; опубл. 11.09.2012. Бюл. № 17.
8. Application of solvent recovery machine in printing factory. OLLITAL. URL: <https://fr.ollital.com> (Last accessed: 02.04.2025).

9. Слободяник В. Г., Шибанов В. В. Зміна в'язкості емульсійного проявника у процесі вимивання фотополімерних флексографічних друкарських форм. *Наукові записки Української академії друкарства: наук.-техн. зб.* Львів : УАД, 2011. Вип. 4 (37). С. 312–316.

10. Слободяник В. Г., Шибанов В. В. Визначення фізико-хімічних показників гетерофазного проявника фотополімерних флексографічних друкарських форм. *Квалілогія книги: зб. наук. праць.* Львів : УАД, 2013. Вип. 2 (24). С. 38–43.

11. Слободяник В. Г. Вплив природи вимивних розчинів на зносостійкість формних матеріалів. *Наукові записки Української академії друкарства : наук.-техн. зб.* Львів : УАД, 2008. Вип. 1 (13). С. 122–124.

12. Ahmed F., Akter N., Al-Fedaghi S., Paul S. K. Economic and technological perspectives of key digital technologies: IoT, AI, blockchain, cloud computing, and big data. *Journal of the Digital Economy*. 2025. Vol. 1. № 1. Article 100003. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jdec.2025.02.001> (Last accessed: 20.04.2025).

13. Lösemittelrecycling – Lösemittel wiederverwenden statt entsorgen. RESOLVE GmbH. URL: <https://www.resolve.de/dienstleistungen/loesemittelrecycling/> (Last accessed: 24.04.2025).

14. Репета В. Б., Кукура Ю. А., Слободяник В. Г., Кукура В. В. Керування операцією рециклінгу розчинника при вимиванні фотополімерних друкарських форм. *Техногенно-екологічна безпека*. 2022. Т. 12. № 2. С. 37–42. DOI: <https://doi.org/10.52363/2522-1892.2022.2.5>.

СОРОЧАК Олег Зіновійович,

к.т.н., доцент, доцент кафедри менеджменту організацій,
Національний університет «Львівська політехніка»,
м. Львів, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2889-9284>

ГВОЗДЬ Мар'яна Ярославівна,

к.е.н., доцент, доцент кафедри менеджменту організацій,
Національний університет «Львівська політехніка»,
м. Львів, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7842-694X>

2.3. СИНЕРГІЯ БІЗНЕС-МОДЕЛЮВАННЯ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ ЗНАНЬ: ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ РІШЕННЯ ДЛЯ СУЧАСНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ

Вступ. У контексті стрімкої еволюції інформаційного суспільства та поглиблення процесів глобалізації економіки, знання набувають статусу ключового стратегічного ресурсу для організацій. Здатність до ефективного управління корпоративними знаннями є визначальним фактором конкурентоспроможності підприємств в умовах динамічного бізнес-середовища. Емпіричні дослідження [13] засвідчують, що компанії, які результативно інтегрують системи управління знаннями, демонструють підвищення продуктивності праці на 20–25 % та зростання рентабельності на 15–20 % порівняно з конкурентами. Дані опитування [17] вказують на те, що 74 % організацій констатують позитивний вплив практик менеджменту знань на продуктивність команд, що варіюється в межах 10–40 %. Крім того, дослідження виявили, що організації з розвиненими практиками управління знаннями скорочують період адаптації нового персоналу до 50 %. Впровадження ефективних систем управління знаннями сприяє зростанню рівня задоволеності клієнтів на 20 %, що обумовлено оперативнішим та точнішим реагуванням співробітників на їхні запити. Проте, незважаючи на загальне розуміння стратегічної

цінності знань, значна кількість організацій стикається зі значними труднощами у процесах їх формалізації, збереження та результативного застосування.

Однією з центральних проблем у сфері управління знаннями є складність трансформування неявних (імпліцитних) знань у явні (експліцитні) форми, придатні для документування та подальшої передачі. Згідно з оцінками, наведеними в джерелі [15], близько 80 % критично важливих для організації знань існують у неформалізованому вигляді, що потенційно призводить до ризиків їх втрати внаслідок звільнення співробітників або реструктуризації підприємства. Зазначена ситуація актуалізує необхідність пошуку дієвих інструментів, спроможних забезпечити структурування, документування та зберігання знань з подальшою їх інтеграцією в операційну діяльність організації.

Моделювання бізнес-процесів постає як вагомий інструмент для розв'язання окреслених проблем. Процесний підхід, що набув широкого застосування в управлінській практиці, забезпечує системне розуміння операційної діяльності організації та створює передумови для інтеграції знань у контексті бізнес-процесів. Давенпорт Т. [9] аргументує, що «процеси є механізмом, за допомогою якого організація трансформує знання у цінність для клієнтів».

Однак, незважаючи на очевидну взаємозалежність між моделюванням бізнес-процесів та управлінням знаннями, зазначені дві сфери часто розглядаються диференційовано як у академічній літературі, так і в практичній діяльності організацій. Кожен з підходів характеризується власною методологією, інструментарієм та фокусом уваги, що обмежує потенційні синергетичні ефекти від їхньої інтеграції. Емпіричні дані дослідження [8] свідчать, що лише 27 % організацій систематично застосовують моделювання бізнес-процесів з метою управління знаннями, хоча 76 % респондентів визнають потенційну цінність такої інтеграції.

Метою даного дослідження є аналіз теоретичних засад та розробка практичних рекомендацій щодо застосування моделювання

бізнес-процесів як інструменту управління знаннями в організаціях. Для досягнення поставленої мети визначено наступні завдання:

- 1) здійснити аналіз сучасних концепцій управління знаннями та ідентифікувати ключові виклики у цій сфері;
- 2) дослідити методологічні основи моделювання бізнес-процесів та їхній потенціал для формалізації організаційних знань;
- 3) розробити методологію інтеграції управління знаннями та моделювання бізнес-процесів;
- 4) визначити практичні аспекти застосування процесного моделювання для управління знаннями та оцінити його ефективність;
- 5) окреслити перспективи розвитку інтегрованих підходів до управління знаннями на основі бізнес-процесів.

Актуальність представленої дослідження зумовлена необхідністю розробки комплексних підходів до управління організаційними знаннями, які б забезпечували їхню інтеграцію в операційну діяльність та стратегічний розвиток підприємств. Запропонований підхід до використання моделювання бізнес-процесів як інструменту управління знаннями сприятиме підвищенню ефективності організацій, зменшенню розривів у знаннях та створенню передумов для формування організацій, що самонавчаються.

Виклад основних результатів дослідження. Управління знаннями як академічний напрям та управлінська практика сформувалося протягом 80–90-х років XX століття у відповідь на зростання значущості інтелектуальних ресурсів в економіці. За початкову точку розвитку цього напрямку прийнято вважати 1993 рік, коли в Бостоні відбулася перша конференція, присвячена проблематиці управління знаннями в організаційному контексті. Ключовим положенням цієї концепції стало визнання знань як стратегічного активу організації, що потребує систематизованого підходу до їхнього створення, збереження та застосування.

Особливу увагу дослідники приділяють організаційним знанням, які існують на рівні підприємства. Згідно з дефініцією, наведеною у статті [22], «організаційні знання є здатністю організації як цілісної одиниці генерувати нові знання, поширювати їх у межах організації та впроваджувати в продукти, послуги та системи». Ці знання охоплюють корпоративну культуру, організаційну пам'ять, усталені практики та рутини, які часто є неформалізованими, проте мають критичне значення для успіху організації.

В академічній літературі представлені різні класифікації знань за різними критеріями, більшість з яких узагальнено в роботі [4]. Фундаментальним є поділ на явні (експліцитні) та неявні (імпліцитні) знання, запропонований Майклом Полані та розвинений в праці [15]. Явні знання являють собою формалізовані знання, які піддаються кодифікації, документуванню та передачі. До них належать підручники, інструкції, бази даних, корпоративні документи тощо. Неявні знання є персональними, контекстуально обумовленими знаннями, що ґрунтуються на особистому досвіді та інтуїції і важко піддаються формалізації. Неявні знання поділяються на: 1) знання, висловлення яких є надлишковим через їхню очевидність; 2) знання, які індивід не може вербалізувати, але усвідомлює інтуїтивно та може продемонструвати практично; 3) знання, які потенційно можуть бути висловлені вербально за необхідності. Передача цих знань часто відбувається через спостереження, наслідування та спільну діяльність. Як зазначено у вступній частині, обсяг неявних знань в організаціях приблизно вчетверо перевищує обсяг явних знань, що зумовлює актуальність розробки методів управління неявними знаннями.

В умовах сучасної динаміки ринкового середовища Індустрії 4.0 важливим є поняття життєвого циклу знань. Життєвий цикл знань в організації охоплює всі етапи від їхнього створення до застарівання та оновлення. Розуміння цього циклу є ключовим для побудови ефективної системи управління знаннями. Автори в роботі [11] виокремлюють наступні етапи життєвого циклу знань:

1. Створення/набуття знань – процес генерування нових знань через дослідження, навчання, експерименти або отримання знань із зовнішніх джерел (наприклад, залучення експертів, придбання патентів, ліцензій тощо).

2. Формалізація/кодіфікація знань – перетворення неформалізованих, тобто неявних, знань на документовані, структуровані форми, доступні для використання іншими членами організації. Цей етап є особливо важливим для збереження знань, що інакше могли б бути втрачені через плінність кадрів.

3. Зберігання знань – організація та підтримка корпоративної пам'яті через бази знань, документацію, архіви тощо. Сучасні інформаційні технології надають можливість створювати складні системи зберігання та пошуку знань, включаючи семантичні бази даних та системи штучного інтелекту.

4. Поширення/розповсюдження знань – процес передачі знань між працівниками, підрозділами та рівнями організації. Це може здійснюватися через формальні канали (навчання, звіти, презентації) та неформальні (комунікація, менторство, спільноти практики).

5. Використання/застосування знань – інтеграція знань у бізнес-процеси, продукти, послуги та рішення організації. Ефективність управління знаннями в кінцевому підсумку визначається успішністю застосування знань для створення цінності для споживача.

6. Оновлення/удосконалення знань – перегляд, оцінка та актуалізація існуючих знань у відповідь на зміни в бізнес-середовищі, технологіях та потребах організації.

Давенпорт Т. і Прусак Л. [9] наголошують, що життєвий цикл знань не є лінійним, а являє собою циклічний процес з численними зворотними зв'язками та ітераціями. Крім того, різні типи знань можуть мати різну динаміку життєвого циклу: фундаментальні знання можуть зберігати свою актуальність протягом тривалого періоду, тоді як технологічні або ринкові знання можуть швидко втрачати свою цінність.

Незважаючи на визнання значущості управління знаннями, організації стикаються з численними викликами та бар'єрами при впровадженні відповідних систем та практик:

1. Організаційні бар'єри, пов'язані зі структурою, культурою та управлінськими практиками організації [19]:

- ієрархічна структура, що обмежує горизонтальний обмін знаннями;
- корпоративна культура, що не сприяє обміну знаннями або передбачає санкції за помилки;
- відсутність підтримки з боку вищого керівництва;
- ізольоване мислення та конкуренція між підрозділами;
- недостатність часу та ресурсів для управління знаннями.

2. Індивідуальні бар'єри, пов'язані з психологічними та поведінковими аспектами [14]:

- побоювання втрати влади або статусу внаслідок обміну знаннями;
- недовіра до намірів або компетентності колег;
- недостатня мотивація для документування та поширення знань;
- страх критики або некоректного використання знань;
- синдром «не тут винайдено» – опір знанням, що надходять із зовнішніх джерел.

3. Технологічні бар'єри, що включають проблеми, пов'язані з інформаційними системами та інфраструктурою [6]:

- невідповідність технологічних рішень потребам користувачів;
- складність систем управління знаннями;
- низька сумісність різних інформаційних систем;
- проблеми з безпекою та конфіденційністю даних;
- відсутність стандартів і таксономій для організації знань.

4. Процесні бар'єри, пов'язані з методологією та процедурами управління знаннями [16]:

- відсутність формалізованих процесів для створення, збереження та поширення знань;
- недостатня інтеграція управління знаннями з основними бізнес-процесами;
- складність вимірювання та оцінки нематеріальних активів;
- відсутність механізмів зворотного зв'язку та покращення;

– проблеми з контекстуалізацією та адаптацією знань.

Розуміння зазначених перешкод є важливим для розробки ефективних стратегій управління знаннями на основі цифровізації відповідного процесу.

Особливим викликом залишається формалізація неявних знань. У цьому контексті інтеграція управління знаннями з бізнес-процесами організації постає як один із ключових підходів до подолання зазначених бар'єрів. Саме моделювання бізнес-процесів надає можливість виявити, задокументувати та інтегрувати знання в повсякденну діяльність організації, забезпечуючи їхнє практичне застосування та постійне оновлення.

Бізнес-процес визначається як послідовність структурованих, взаємопов'язаних дій або завдань, спрямованих на досягнення конкретної бізнес-цілі. Відповідно до дефініції, запропонованої у праці [13], «бізнес-процес є сукупністю взаємопов'язаних дій чи операцій, що спрямовані на створення додаткової вартості, необхідної для споживача».

Бізнес-процеси характеризуються низкою властивостей, що відрізняють їх від інших аспектів організаційної діяльності. Вони мають чітко визначені межі, входи та виходи. Процеси поділяються на кроки або підпроцеси, виконання яких може бути послідовним або паралельним. Кожен процес має відповідальну особу, яка забезпечує його виконання та вдосконалення. Процеси спрямовані на досягнення конкретних результатів, які піддаються вимірюванню за допомогою ключових показників ефективності [2].

Моделювання бізнес-процесів є діяльністю, спрямованою на опис, аналіз та проектування процесів організації з метою їхнього покращення, автоматизації, стандартизації чи трансформації. Воно забезпечує візуальне представлення діяльності організації, виявляє потенційні проблеми та можливості для оптимізації. В еволюції методології моделювання бізнес-процесів було розроблено ряд підходів та нотацій, кожна з яких має свої переваги та обмеження. Найбільш поширені з них представлені у табл. 1.

Таблиця 1
Підходи та нотації щодо моделювання бізнес-процесів

Назва методології моделювання бізнес-процесів	Розробник методології і URL сайту	Коротка характеристика методології	Пріоритетна сфера застосування
1	2	3	4
BPMN (Business Process Model and Notation)	Business Process Management Initiative (BPMI), OMG https://www.omg.org/spec/BPMN/	Графічна нотація для детального моделювання бізнес-процесів, включаючи послідовність дій, розгалуження, взаємодію між учасниками процесу тощо. Можливість моделювання складних процесів з високим рівнем деталізації.	Бізнес-аналітика, моделювання взаємодії між учасниками процесу, автоматизація процесів, розробка ІС.
EPC (Event-driven Process Chain)	IDS Scheer / ARIS https://www.softwareag.com/en_corporate/platform/aris.html	Моделювання процесу як ланцюга подій і функцій з логічними операторами та ресурсами. Кожна функція в EPC трактується як діяльність, що додає вартість, а подія вказує на стан, що ініціює функцію або є її результатом.	ERP-системи, моделювання ланцюгів доданої цінності, інтеграція організаційних та інформаційних аспектів процесів.

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling)	Департамент обо- рони США https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/FIPS/fipspub183.pdf	Функціональна декомпозиція складних систем з фокусом на входи, виходи, механізми та керування. Базується на методології SADT (Structured Analysis and Design Technique). Особливо корисна для моделювання систем з високим рівнем абстракції та для виявлення залежностей між компонентами системи.	Добре працює для висо- корівневої аналітики та виявлення залежностей; часто використовується у складних інженерних та державних системах.
UML (Unified Modeling Language)	Object Management Group (OMG) https://www.omg.org/spec/UML/	Діаграми діяльності для моде- лювання алгоритмічної струк- тури процесу, включаючи пара- лельні потоки, розгалуження та об'єднання.	Програмна інженерія, ІТ-системи, моделю- вання бізнес-процесів.
VSM (Value Stream Mapping)	Lean Enterprise Institute https://www.lean.org/lexicon-terms/value-stream-mapping/	Lean-метод для виявлення та усу- нення втрат у бізнес-процесах. Фокусується на потоці створення цінності від постачальника до клієнта та допомагає виявити операції, що не додають цінності.	Lean-аналіз процесів пов'язаних з виробни- цтвом, логістикою та сервісом.

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
WF-nets (Workflow Nets)	Wil van der Aalst та співавтори https://www.win.tue.nl/~wvdaalst/	Моделювання на базі мереж Петрі дозволяє не лише візуалізувати, але й формально аналізувати властивості бізнес-процесів, такі як відсутність тупикових ситуацій чи можливість завершення процесу.	Розробка та аналіз систем управління бізнес-процесами (BPM), верифікація процесів, автоматизація робочих потоків.

Джерело: укладено авторами

Кожен з розглянутих підходів до моделювання бізнес-процесів характеризується власними перевагами та обмеженнями, а вибір конкретної нотації детермінується специфікою організації, цілями моделювання та наявним інструментарієм. У контексті управління знаннями особливої значущості набувають нотації, що забезпечують відображення не лише послідовності операцій, але й артефактів знань, компетенцій виконавців, інтеракцій між учасниками процесу та контексту прийняття рішень.

Для практичної імплементації моделювання бізнес-процесів застосовуються спеціалізовані програмні засоби, що надають можливість створювати, аналізувати та оптимізувати моделі процесів. Серед найбільш поширених інструментів моделювання бізнес-процесів слід виокремити: 1) ARIS (Architecture of Integrated Information Systems), що підтримує нотації EPC, BPMN, UML; 2) Bizagi Process Modeler, який підтримує нотацію BPMN та забезпечує експорт моделей у різноманітні формати, включаючи Word, PDF, SharePoint; 3) IBM Blueworks Live – хмарний інструмент з підтримкою нотації BPMN; 4) Signavio Process Manager, що підтримує різні нотації BPMN, EPC; 5) Visual Paradigm, який підтримує нотації BPMN, UML.

На додаток до спеціалізованих інструментів, для моделювання бізнес-процесів може бути використане програмне забезпечення загального призначення, таке як Microsoft Visio, Lucidchart, draw.io тощо. Зазначені інструменти, як правило, мають менш розвинений функціонал для аналізу та оптимізації процесів, проте є більш доступними та зручними на початкових етапах моделювання.

Еволюція технологій моделювання бізнес-процесів характеризується активною динамікою, а сучасні тенденції включають інтеграцію з технологіями штучного інтелекту, машинного навчання та обробки природної мови. Перспективним напрямом аналізу та оптимізації бізнес-процесів є, зокрема, агентне моделювання [3], що забезпечує гнучке врахування варіативних факторів та моделювання поведінки окремих елементів процесної системи. Сутність агентного підходу полягає у побудові моделей

на основі автономних агентів, що взаємодіють між собою. Як приклади таких агентів можуть бути використані агенти, розроблені на основі генеративних моделей штучного інтелекту, таких як ChatGPT. Це сприяє автоматизації аналізу та оптимізації процесів, виявленню закономірностей та взаємозв'язків, які можуть бути неочевидними для працівників через недостатність досвіду або значну складність бізнес-процесу, а також наданню експертних рекомендацій щодо їхнього вдосконалення [10].

Таким чином, інтеграція моделювання бізнес-процесів з технологіями управління знаннями та штучного інтелекту уможливило створення інтелектуальних моделей процесів, які не лише описують послідовність дій, але й фіксують знання, необхідні для їхньої реалізації, відображають залежності між різними елементами процесу, документують контекст прийняття рішень тощо. Такі моделі набувають статусу важливого елементу корпоративної пам'яті та забезпечують збереження і трансфер знань в організації.

Сучасні організації функціонують як складні екосистеми, в яких бізнес-процеси виступають не лише інструментами операційної діяльності, але й значущими носіями організаційних знань. Кожен бізнес-процес акумулює багаторічний досвід, експертизу та усталені практики, що формувалися протягом усього життєвого циклу організації. Отже, бізнес-процеси концентрують цінні знання про механізми трансформації вхідних ресурсів у вихідні результати з метою створення цінності для клієнтів. Крім того, структура бізнес-процесів містить кодифіковані знання про оптимальні шляхи виконання завдань, правила прийняття рішень, логіку виробничих операцій та критичні взаємозалежності між різними функціональними підрозділами. У такий спосіб, бізнес-процеси являють собою динамічні сховища знань, де формалізовані процедури та знання інтегруються з неявним досвідом їхніх виконавців. Ця особливість визначає бізнес-процеси як оптимальні об'єкти для системного управління знаннями, оскільки вони відображають не лише теоретичне розуміння діяльності, але й практичні аспекти її здійснення.

Моделювання бізнес-процесів відкриває унікальні можливості для ідентифікації та фіксації критично важливих знань організації. Завдяки детальному аналізу складових процесу стає можливим визначення знань, що використовуються на кожному етапі, та їхньої цінності для загального результату. У процесі моделювання бізнес-аналітики документують не лише послідовність дій, але й контекст їхнього виконання, що сприяє виявленню неформалізованих знань, які часто залишаються неявними в повсякденній діяльності [20]. Особливо цінним є аналіз точок прийняття рішень у процесах, оскільки саме в цих точках концентруються експертні знання, що впливають на кінцевий результат.

Отже, процесні моделі забезпечують структуровану основу для трансформації неявних знань у формалізовані активи організації, уможливаючи фіксацію не лише очевидних алгоритмів дій, але й неявного контексту їхнього виконання. Розроблена модель бізнес-процесу з використанням розширених нотацій моделювання, таких як BPMN 2.0 з додатковими семантичними шарами у формі анотацій, що доповнюють діаграму процесу детальними описами специфічних сценаріїв та нетипових ситуацій, забезпечує збереження важливого контексту, який втрачається при спрощеному описі процедур. Таким чином, застосування BPMN 2.0 для моделювання робочих інструкцій не лише формалізує процеси, але й забезпечує передачу знань, зменшує залежність від окремих працівників та покращує навчання нового персоналу, що свідчить про значний потенціал процесних моделей як інструментів фіксації та передачі критичних знань.

Враховуючи вищезазначене, можна констатувати, що процесне середовище компанії та середовище організаційних знань формують складну систему взаємозв'язків, де зміни в одному домені неминуче зумовлюють зміни в іншому. Бізнес-процеси визначають контекст створення, використання та оновлення організаційних знань, тоді як система управління знаннями забезпечує інтелектуальні ресурси для оптимізації та трансформації самих процесів.

У сучасних організаціях спостерігається циклічна взаємодія між процесами та знаннями. Удосконалення процесів генерує

нові знання, які, своєю чергою, стають підґрунтям для наступних ітерацій процесних змін. Така циклічність формує потужний механізм організаційного навчання, що забезпечує постійне підвищення ефективності, адаптивності та конкурентоздатності організацій (рис. 1).

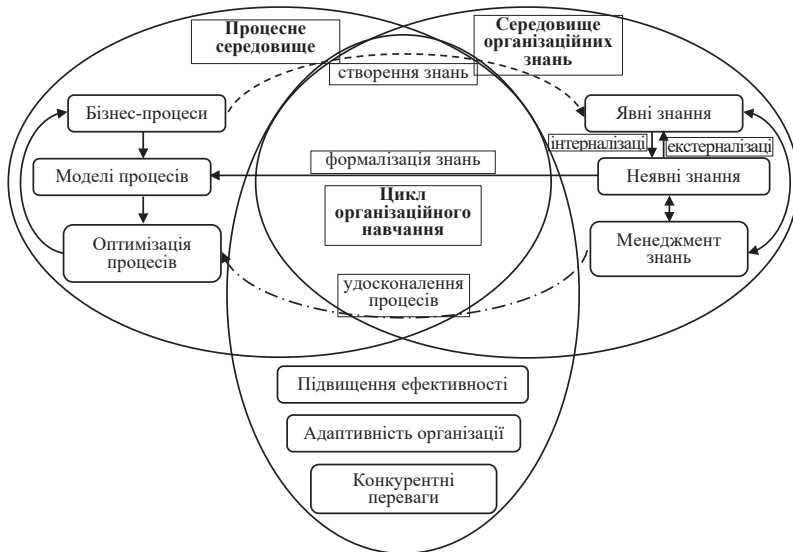


Рис. 1. Механізм організаційного навчання

Джерело: сформовано авторами

Успішна інтеграція менеджменту знань та моделювання бізнес-процесів вимагає застосування системного підходу, що охоплює технологічні, організаційні та культурні аспекти функціонування підприємства. Організації, що розглядають власні процеси крізь призму знань, отримують значні конкурентні переваги, зумовлені ефективнішим використанням інтелектуального капіталу та прискоренням циклів організаційного навчання.

Інтеграція знань у моделі бізнес-процесів являє собою структуровану методологію, спрямовану на систематичне виявлення,

документування та застосування організаційних знань у контексті бізнес-процесів. Даний процес ініціюється детальною ідентифікацією інтелектуальних активів, включаючи явні та неявні знання, що мають критичне значення для виконання бізнес-процесів. Наступним етапом є класифікація виявлених знань за їхнім типом, призначенням та значущістю для конкретних процесів, що забезпечує формування чіткої таксономії знань, яка полегшує їхню подальшу інтеграцію в моделі бізнес-процесів. Після етапу класифікації розробляються механізми інкорпорування знань у процесні моделі, що передбачає створення спеціалізованих нотацій та елементів, які відображають потоки знань та точки прийняття рішень.

Важливим компонентом процесу інтеграції є також визначення ролей та відповідальності в контексті управління знаннями, що передбачає призначення конкретних осіб або груп, відповідальних за створення, валідацію та актуалізацію знань у відповідних сегментах бізнес-процесів. Завершальний етап інтеграції включає впровадження механізмів вимірювання та оцінки ефективності застосування знань у бізнес-процесах, що дозволяє кількісно визначити внесок знань у досягнення стратегічних цілей організації та оптимізувати процеси управління знаннями на основі отриманих результатів.

В умовах поточної фази активної цифровізації діяльності організацій практичною реалізацією зазначеної інтеграції постають інтелектуальні системи управління бізнес-процесами (iBPMS), що поєднують традиційні інструменти моделювання з технологіями управління знаннями, формуючи уніфікований простір для колаборації та обміну експертизою.

На сучасному етапі активного розвитку перебуває процесний майнінг (Process Mining) – методологія, що інтегрує аналіз даних з управлінням бізнес-процесами. Її метою є дослідження, візуалізація, удосконалення та оптимізація бізнес-процесів шляхом аналізу цифрових слідів, що генеруються інформаційними системами організацій у процесі їхньої діяльності. Програмні продукти, що реалізують дану методику, здійснюють вилучення даних

з журналів подій, які зберігаються в таких системах, як ERP, CRM та інших корпоративних платформах, і на їхній основі генерують графічні моделі бізнес-процесів, що відображають фактичне виконання операцій. Результатом є автоматизоване формування моделі «як є» («As-Is»), яка забезпечує чітке розуміння поточного стану бізнес-процесів та слугує відправною точкою для їхнього реінжинірингу шляхом ідентифікації слабких та вузьких місць.

У випадках складних та комплексних процесів даних журналів подій може бути недостатньо для формування повноцінної моделі «як є». Більшість програмних продуктів процесного майнінгу надають можливість додаткового вилучення інформації про процеси з різних баз даних, а також її ручного введення на основі паперової документації, що розширює сферу застосування даної методики не лише для цифрових підприємств, але й для організацій, що перебувають на етапі цифрової трансформації своєї діяльності.

Подальшим кроком після побудови моделі процесу «як є» є створення її цифрової копії та проведення сценарного аналізу «що якщо» («What-if»). У результаті аналітик розробляє декілька альтернативних варіантів структури бізнес-процесу та автоматично отримує оцінки показників їхньої ефективності, перелік яких варіюється залежно від використовуваного програмного забезпечення. Згідно з даними, представленими в табл. 2, основними показниками є:

- 1) тривалість процесу: вимірює загальний час, необхідний для завершення процесу від початку до кінця – дозволяє виявити вузькі місця та затримки, які можуть уповільнювати процес;
- 2) частота виконання: показує, як часто виконується кожен етап процесу – дозволяє визначити найбільш і найменш поширені шляхи процесу;
- 3) варіативність процесу: вимірює різноманітність шляхів, якими може йти процес – дозволяє виявити відхилення від стандартних процедур і невідповідності;
- 4) вузькі місця: визначає етапи процесу, які викликають найбільш затримки – допомагає зосередити зусилля на оптимізації найбільш проблемних областей;

5) вартість процесу: оцінює вартість кожного етапу процесу та загальну вартість процесу – дозволяє виявити можливості для скорочення витрат;

6) відповідність: вимірює, наскільки процес відповідає заданим правилам і стандартам – допомагає забезпечити дотримання нормативних вимог і внутрішніх політик;

7) ефективність: показує наскільки ефективно використовуються ресурси під час виконання процесу – дозволяє виявити де неефективно використовуються ресурси.

Застосовуючи зазначені метрики, організації отримують можливість глибокого аналізу власних бізнес-процесів, виявлення потенційних напрямів для вдосконалення та прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо їхньої оптимізації.

Слід підкреслити, що програмні рішення, які реалізують методологію Process Mining, зосереджені на аналізі ретроспективних даних про вже виконані процеси, тобто на побудові моделі «як є». Автоматизоване створення моделі «як має бути» («To-Be») є складним завданням з огляду на низку ключових факторів:

- відсутність стратегічного контексту: програмне забезпечення Process Mining оперує журналами подій, що фіксують фактичні дії, але не володіє інтегрованим розумінням стратегічних цілей організації, її політик, нормативних вимог або кращих галузевих практик;

- творчий та управлінський аспекти: розробка моделі «як має бути» часто передбачає застосування творчих підходів, впровадження інновацій та здійснення управлінських суджень, що потребує безпосередньої участі людини, оскільки програмне забезпечення не здатне автономно генерувати нові ідеї або оцінювати їхню стратегічну цінність;

- необхідність людської інтерпретації: аналіз даних Process Mining може виявляти аномалії, відхилення та неефективності, проте інтерпретація отриманих результатів та прийняття рішень щодо оптимальної конфігурації майбутнього процесу вимагають експертного розуміння та досвіду аналітика. Програмні засоби можуть надавати інформацію, але не можуть автоматично визначати бажані та здійсненні зміни;

Таблиця 2
Огляд популярних програмних продуктів, які реалізують Process Mining

Назва програмного продукту	Фірма-розробник і URL сайту	Коротка характеристика продукту	Пріоритетна сфера застосування
1	2	3	4
Celonis EMS	Celonis SE, https://www.celonis.com	– нотація: BPMN, власна графова нотація Process Graph, EPC; – цифровий двійник/What-if: так; – показники: час виконання, вартість процесу, кількість відхилень від регламенту, пропускна здатність, витрати, KPI.	Великі корпорації, фінанси, виробництво, логістика, рітейл, телекомунікації.
UiPath Process Mining	UiPath Inc., https://www.uipath.com/product/process-mining	– нотація: BPMN, власна візуалізація потоку подій; – цифровий двійник/What-if: так; – показники: цикл виконання, вузькі місця, продуктивність.	RPA – Robotic Process Automation, корпоративний сектор, IT-сервіси, державне управління.
Disco	Fluxicon, https://fluxicon.com/disco/	– нотація: інтерактивна process map, Petri Nets; – цифровий двійник/What-if: обмежено; – показники: час виконання, частота, відхилення.	Академічна сфера, консалтинг, аудит процесів.

Продовження таблиці 2

1	2	3	4
ABVYU Timeline	ABVYU, https://www.abvuy.com/timeline/	– нотація: BPMN, власна візуалізація таймлайнів; – цифровий двійник/What-if: так; – показники: тривалість операцій, завантаженість ресурсів, відхилення від стандартів, SLA – рівень обслуговування, прогнозування.	Фінанси, страхування, медицина, customer journey, телекомунікації.
Minit (SAP Signavio Process Intelligence)	SAP SE, https://www.signavio.com/products/process-intelligence/	– нотація: BPMN, EPC; – цифровий двійник/What-if: так; – показники: вузькі місяця, тривалість, вартість процесу, продуктивність, відповідність нормативам.	SAP-компанії, виробництво, фінанси.
Process Mining with Power BI	AppSphere, https://www.appsphere.in/ ; Microsoft, https://appsource.microsoft.com/en-us	– нотація: адаптована BPMN; – цифровий двійник/What-if: обмежена підтримка симуляції; – показники: статистичні показники, часові інтервали, навантаження на ресурси.	Середній та малий бізнес, корпоративні додатки.
Apromore	Apromore Pty Ltd (Universität Wien), https://apromore.org/	– нотація: BPMN, Petri Nets; – цифровий двійник/What-if: так; – показники: час виконання, відхилення, ефективність варіантів.	Освіта, наукові дослідження, консалтинг, урядові організації.

Джерело: перелік укладено авторами на основі актуальних даних станом на 2024 рік

– динаміка бізнес-середовища: бізнес-середовище характеризується постійними змінами, включаючи появу нових технологій, трансформацію ринкових умов та оновлення нормативних вимог. Модель «як має бути» повинна враховувати ці динамічні аспекти, що зумовлює необхідність її регулярного оновлення та адаптації.

Отже, програмні продукти Process Mining є потужним інструментарієм для аналізу існуючих процесів, проте вони не можуть замінити інтелектуальну діяльність людини та стратегічне мислення при роботі майбутніх процесних моделей. Саме аналітик здатний оцінити альтернативні варіанти процесів, отримані в результаті сценарного аналізу, та сформувати модель «як має бути».

Для обґрунтування оптимального варіанту бізнес-процесу аналітику доцільно застосувати метод DEA (Data Envelopment Analysis) [21] у поєднанні зі сценарним аналізом «What-if», що пропонується програмними засобами Process Mining. На початковому етапі Process Mining дозволяє генерувати різні сценарії модифікації бізнес-процесу, включаючи зміну послідовності етапів, вилучення або додавання дій, перерозподіл ресурсів чи автоматизацію окремих операцій. У процесі сценарного аналізу для обґрунтування певних змін може бути залучено штучний інтелект. Програмне забезпечення здійснює моделювання цих змін та генерує відповідні показники продуктивності, такі як час виконання, вартість, частота помилок тощо. На наступному етапі застосовується метод DEA, який є непараметричним методом оцінки відносної ефективності групи однорідних об'єктів, у даному контексті – сценаріїв бізнес-процесу, з урахуванням множинних вхідних та вихідних параметрів. Вхідні параметри можуть включати ресурси, час, вартість, а вихідні – обсяг виробництва, якість, рівень задоволеності клієнтів. DEA визначає ефективну межу, що відображає найкращі практики серед розглянутих сценаріїв. Сценарії, що знаходяться на цій межі, вважаються ефективними, а ті, що розташовані нижче, – неефективними. Крім того, DEA надає інформацію щодо можливих змін неефективних сценаріїв для підвищення їхньої продуктивності та досягнення ефективної межі. Базовий варіант

методу [12] передбачає, на основі формалізованого представлення системи бізнес-процесу (рис. 2) та відповідного змістовного вибору вхідних і вихідних параметрів, представлення структури комплексного показника ефективності як відношення зваженого адитивного набору вихідних характеристик Y_i ($i = 1, 2, \dots, k$) до відповідного набору вхідних параметрів X_s ($s = 1, 2, \dots, m$).

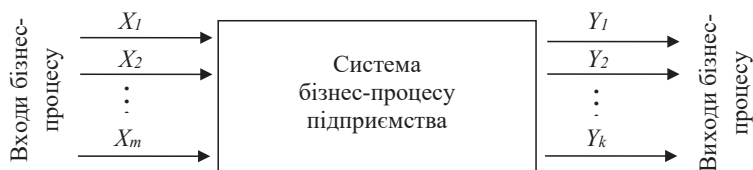


Рис. 2. Формалізоване представлення моделі оцінювання порівняльної ефективності бізнес-процесу за методом DEA

Джерело: сформовано авторами

За наявності інформації про обсяг ресурсів N та випуск продукції Q для кожного з L альтернативних варіантів бізнес-процесу, ці дані для j -го бізнес-процесу репрезентуються вектор-стовпцем X_s , що відображає відповідний набір вхідних параметрів ($s = 1, 2, \dots, m$), та Y_i – адитивним набором вихідних характеристик ($i = 1, 2, \dots, k$). Дані для всіх L бізнес-процесів представлені у матрицях розмірності $N \times L$ (матриця входів X) та $Q \times L$ (матриця виходів Y).

Для кожного альтернативного j -го варіанту бізнес-процесу з множини L необхідно визначити міру співвідношення сукупного випуску до сукупного обсягу використаних ресурсів, що може бути виражено у формі коефіцієнта ефективності ER_j :

$$ER_j = \frac{\sum_{i=1}^k \mu_i Y_{ij}}{\sum_{s=1}^m \nu_s X_{sj}}, \quad (1)$$

де μ_i – позитивні вагові коефіцієнти (вектор розмірності $Q \times 1$), що відображають відносний внесок кожної вихідної характеристики Y_{ij} у сумарний коефіцієнт ефективності ER_j , а ν_s – вагові коефіцієнти вхідних величин X_{sj} (вектор розмірності $N \times 1$).

Усі вагові коефіцієнти мають таку розмірність, що дозволяє перетворити кожен вхідний і вихідний параметр у безрозмірний числовий вигляд. Як правило, показники ефективності бізнес-процесу ER_j перебувають у межах від 0 до 1, що обов'язково враховується під час визначення відповідних вагових коефіцієнтів. У класичному підході до задачі оцінювання для ідентифікації найбільш ефективного елемента необхідно застосувати єдиний, уніфікований набір вагових коефіцієнтів до всіх L об'єктів. Проте це породжує проблему доцільності такого підходу щодо кожного окремого об'єкта. По-перше, встановити апіорні значення важливості вхідних та вихідних параметрів часто виявляється складним завданням. По-друге, різні об'єкти можуть функціонувати за різними моделями, унаслідок чого їхні вхідні та вихідні характеристики матимуть неоднакову економічну чи технічну значущість [21].

У праці [7] вперше було визначено проблему вибору уніфікованого набору вагових коефіцієнтів для порівняльного оцінювання ефективності. Дослідники довели обґрунтованість підходу, за якого кожен об'єкт має право самостійно визначати значущість власних вхідних і вихідних параметрів та використовувати індивідуальний набір вагових коефіцієнтів, що дозволяє представити результати в найсприятливішому світлі порівняно з іншими об'єктами. Замість використання єдиного набору, проводиться поетапне оцінювання всіх об'єктів за наборами ваг, що є оптимальними для кожного з них окремо. При цьому для об'єкта j , що розглядається на поточному етапі аналізу, ефективність приймається максимальною завдяки відповідному вибору вагових коефіцієнтів, за умови що ефективність усіх інших об'єктів не перевищує 1.

Таким чином, у задачі оцінювання відносної ефективності альтернативних варіантів бізнес-процесів підприємств змінними виступають вагові коефіцієнти для їхніх вхідних та вихідних параметрів. Розв'язання цієї задачі передбачає знаходження таких значень μ та ν , які забезпечують максимальне значення коефіцієнта ефективності для j -го бізнес-процесу за умови, що цей показник

не перевищує одиницю. Відповідне математичне формулювання задачі виглядає наступним чином:

$$ER_j = \sum_{i=1}^k \mu_i Y_{ij} \Bigg/ \sum_{s=1}^m v_s X_{sj} \rightarrow \max$$

за обмежень :

$$\sum_{i=1}^k \mu_i Y_{ij} \Bigg/ \sum_{s=1}^m v_s X_{sj} \leq 1 \quad \text{для всіх } j$$

$$\mu_i, v_s \geq 0 \quad \text{для всіх } i \text{ та } s$$

де $j = \overline{1, L}$.

Після розв'язання цієї задачі для кожного об'єкта j , ми отримаємо як значення ER_j , що характеризує максимально можливу продуктивність відповідного бізнес-процесу, так і відповідний набір вагових коефіцієнтів, які забезпечують досягнення цієї ефективності. Якщо $ER_j = 1$, це свідчить про те, що j -тий варіант бізнес-процесу є ефективним відносно інших розглянутих альтернатив. У разі ж, коли $ER_j < 1$, існує інший варіант бізнес-процесу, що демонструє вищу ефективність, навіть за умови підбору вагових коефіцієнтів, спрямованих на максимізацію ефективності саме цього варіанту.

Однак, при вирішенні моделі (2) постає складність, зумовлена тим, що цільова функція, виражена у формі відношення, має нескінченну множину розв'язків. Іншими словами, якщо певні μ^* та v^* задовольняють умови задачі, то і будь-які $\alpha\mu^*$ та αv^* , де α – довільна стала, також будуть розв'язками.

Щоб спростити розв'язання моделі (2), доцільно перетворити її у лінійну форму та застосувати методи лінійного програмування. Оскільки під час максимізації відношення зважених сум нас цікавлять не абсолютні, а відносні значення чисельника та знаменника, знаменник можна прирівняти до фіксованої константи, наприклад, до одиниці, а далі максимізувати отриманий чисельник. У результаті таких перетворень модель набуває наступного вигляду (3):

$$ER_j = \sum_{i=1}^k \mu_i Y_{ij} \rightarrow \max$$

за обмежень :

$$\begin{aligned} \sum_{s=1}^m v_s X_{sj} &= I \\ \sum_{i=1}^k \mu_i Y_{ij} - \sum_{s=1}^m v_s X_{sj} &\leq 0 \quad \text{для всіх } j \\ \mu_i, v_s &\geq 0 \quad \text{для всіх } i \text{ та } s \\ \text{де } j &= \overline{1, L}. \end{aligned} \tag{3}$$

Таким чином, використання моделі (3) надає можливість визначити найефективніший бізнес-процес серед альтернативних варіантів.

Модель (3) відома як CCR у коефіцієнтній формі, тобто перша модель аналізу охоплення даних (DEA), розроблена Чарнсом А., Купером В. та Роудсом Е. у 1978 році [7] на основі припущення постійної віддачі технології виробництва від масштабу (constant returns to scale – CRS), тобто коли збільшення виробничих ресурсів призводить до пропорційного збільшення випуску. Тут і нижче, як це прийнято в літературі, моделі DEA будуть називатися за першими літерами прізвищ їхніх творців.

Показники ефективності одиниць (у нашому випадку бізнес-процесів), щодо яких приймаються рішення (decision making unit – DMU) від DMU_1 до DMU_j , можна отримати, розв'язавши L таких моделей. Незважаючи на лінійну форму моделі (3), зазвичай розраховують показник ефективності на основі подвійної спряженої моделі (4).

Модель (4) відома як CCR, орієнтована на введення форми оболонки (або модель Фаррелла М. [12]), в якій здійснюється спроба пропорційного скорочення вхідних даних DMU_0 якомога більше без зменшення поточного рівня виходів.

Варто зауважити, що обмеження, встановлені в моделі (4), відповідають прямооточній технологічній формі організації виробництва, яка характеризується лінійною структурою з поштучною передачею предметів праці та демонструє постійну віддачу від масштабу (CRS).

$$\Theta \rightarrow \min$$

за обмежень :

$$\begin{aligned} \sum_{s=1}^m X_{sj} \lambda_j &\leq \Theta X_{so} \quad \text{для всіх } s \\ \sum_{i=1}^k Y_{ij} \lambda_j &\geq Y_{io} \quad \text{для всіх } i \\ \lambda_j &\geq 0 \quad \text{для всіх } j \\ \text{де } j &= \overline{1, L}. \end{aligned} \tag{4}$$

Модель CCR передбачає постійну віддачу від масштабу, а CCR-ефективність (CCRe) називається загальною (глобальною) технічною ефективністю.

Якщо до моделі (4) додати ще одне обмеження (вимогу випуклості оболонки) $\sum_{j=1}^L \lambda_j = 1$, то це трансформує її у модель BCC, створену Бенкером Р., Чарнсом А. та Купером В. у 1984 році [5], яка передбачає змінну віддачу від масштабу (variant returns to scale – VRS). BCC-ефективність (BCCe) називається чистою технічною ефективністю та відображає ефективність функціонування DMU (якість бізнес-процесів).

Таким чином, ефективність масштабу (efficiency of scale – SE) відображає несприятливі умови, у яких функціонує DMU:

$$SE = CCRe/BCCe. \tag{5}$$

Отже, результати DEA допомагають аналітику обрати оптимальний варіант бізнес-процесу, який максимізує виходи при мінімізації входів. Переваги застосування DEA включають об'єктивне порівняння сценаріїв, виявлення найкращих практик та прийняття обґрунтованих рішень при формуванні моделі «як має бути». Варто зазначити, що поєднання Process Mining with Power BI забезпечує візуалізацію перебігу бізнес-процесу, побудованого на основі моделі «як має бути», в режимі реального часу, що, своєю

чергою, надає можливість оперативного регулювання процесу у разі виникнення непередбачуваних збоїв або затримок.

В моделях процесів, отриманих внаслідок реінжинірингу із застосуванням Process Mining, є необхідність інтеграції знань, що використовувалися в процесі їхнього створення. Фундаментальним підходом до візуалізації та структурування інформаційних потоків у контексті бізнес-процесів виступає картування знань. Процес картування передбачає розробку детальних візуальних репрезентацій знань, що використовуються, генеруються або трансформуються на кожному етапі удосконалення бізнес-процесу.

Ефективне картування знань ґрунтується на ідентифікації ключових вузлів знань – точок у бізнес-процесах, де концентруються критично важливі знання. Ці вузли часто корелюють з етапами прийняття рішень або виконання спеціалізованих операцій, що потребують експертних знань. Для кожного вузла визначаються типи необхідних знань, їхні джерела та способи застосування.

Значущим аспектом картування є також ідентифікація потоків знань – шляхів передачі знань між різними етапами процесу та між різними процесами організації. Це забезпечує цілісне розуміння циркуляції знань в організації та виявляє потенційні перешкоди в їхній передачі.

У сучасній методології картування знань широко використовуються спеціалізовані інструменти, такі як діаграми потоків знань, матриці знань і компетенцій, а також теплові карти знань (Knowledge Heatmaps). Зазначені інструменти надають можливість наочного відображення розподілу знань у контексті бізнес-процесів та визначення областей інтенсивного використання знань. Результатом є створення детальних карт знань, які інтегруються з моделями бізнес-процесів та слугують основою для прийняття рішень щодо подальшої оптимізації процесів з точки зору управління знаннями.

У цьому контексті доцільним є застосування методології аналізу «розривів знань», що базується на порівнянні поточного стану знань в організації з бажаним або оптимальним станом. Це

передбачає детальне дослідження кожного етапу бізнес-процесу щодо доступності, актуальності та якості необхідних знань. Особлива увага приділяється критичним точкам процесу, де дефіцит знань може спричинити значні проблеми або ризики. «Розриви знань» можуть проявлятися у різних формах, серед яких найбільш поширеними є структурні розриви, що виникають внаслідок недоліків в організаційній структурі або системі комунікацій, які перешкоджають ефективному обміну знаннями. Також часто спостерігаються часові розриви, коли необхідні знання недоступні в потрібний момент часу, та компетентнісні розриви, пов'язані з недостатнім рівнем кваліфікації персоналу.

Для кожного виявленого розриву розробляються конкретні стратегії його подолання. Це може включати впровадження нових механізмів обміну знаннями, розробку програм навчання персоналу, створення баз знань або репозиторіїв документів, а також внесення змін до організаційної структури. Важливим аспектом аналізу «розривів знань» є також прогнозування майбутніх потреб у знаннях, що дозволяє організації проактивно розвивати інтелектуальні активи, необхідні для реалізації стратегічних цілей, та запобігати виникненню «розривів» у майбутньому.

Оптимізація бізнес-процесів з точки зору обміну знаннями є завершальним етапом методології використання моделювання для управління знаннями. Цей етап спрямований на підвищення ефективності процесів шляхом покращення обміну знаннями між їхніми учасниками. Методологія оптимізації передбачає комплексний аналіз процесів з метою виявлення можливостей для вдосконалення обміну знаннями. Ключовим аспектом є розробка механізмів, що забезпечують безперешкодний потік знань між різними етапами процесу. Це може включати впровадження спеціалізованих інформаційних систем, створення віртуальних просторів для колаборації, організацію регулярних зустрічей для обміну досвідом.

Важливим напрямом оптимізації є також розвиток культури обміну знаннями в організації, що передбачає формування середовища, де співробітники мотивовані ділитися своїми знаннями та досвідом і де цінується внесок кожного у спільну базу знань.

Невід’ємною складовою оптимізації є також розробка стандартів і протоколів документування знань, що забезпечує єдиний формат представлення знань і полегшує їхній пошук, використання та інтеграцію в бізнес-процеси. Стандарти документування повинні бути достатньо гнучкими для забезпечення можливості адаптації до різних типів знань і різних контекстів їхнього використання.

Результатом оптимізації бізнес-процесів з точки зору обміну знаннями є формування організації, що самонавчається, де знання ефективно створюються, поширюються та використовуються для досягнення стратегічних цілей, а бізнес-процеси постійно вдосконалюються на основі нових знань та досвіду.

В академічному контексті методологічна послідовність імплементації бізнес-процесного моделювання для оптимізації управління знаннями репрезентується структурованою парадигмою представленою на рис. 3. Запропонований алгоритм забезпечує синергетичну інтеграцію процесного моделювання та менеджменту знань, створюючи фундамент для формування організації, що самонавчається, з постійним циклом оптимізації інтелектуальних активів та операційної ефективності.

Отже, організація в умовах цифрової революції – це організація, де знання є ключовим стратегічним ресурсом, а бізнес-процеси спрямовані на ефективне створення, поширення та використання знань. Саме такі організації в умовах високодинамічного ринкового середовища володітимуть високим рівнем адаптивності, інноваційності та здатністю швидко реагувати на зміни цього середовища.

Висновки. Проведене дослідження підтвердило вагому роль моделювання бізнес-процесів як ефективного інструменту управління знаннями в сучасних організаційних системах. У контексті стрімкого розвитку інформаційних технологій та цифровізації економіки знання виступають визначальним чинником забезпечення конкурентоспроможності підприємств.

Наукова значущість дослідження полягає в комплексному обґрунтуванні теоретичних основ застосування бізнес-моделювання

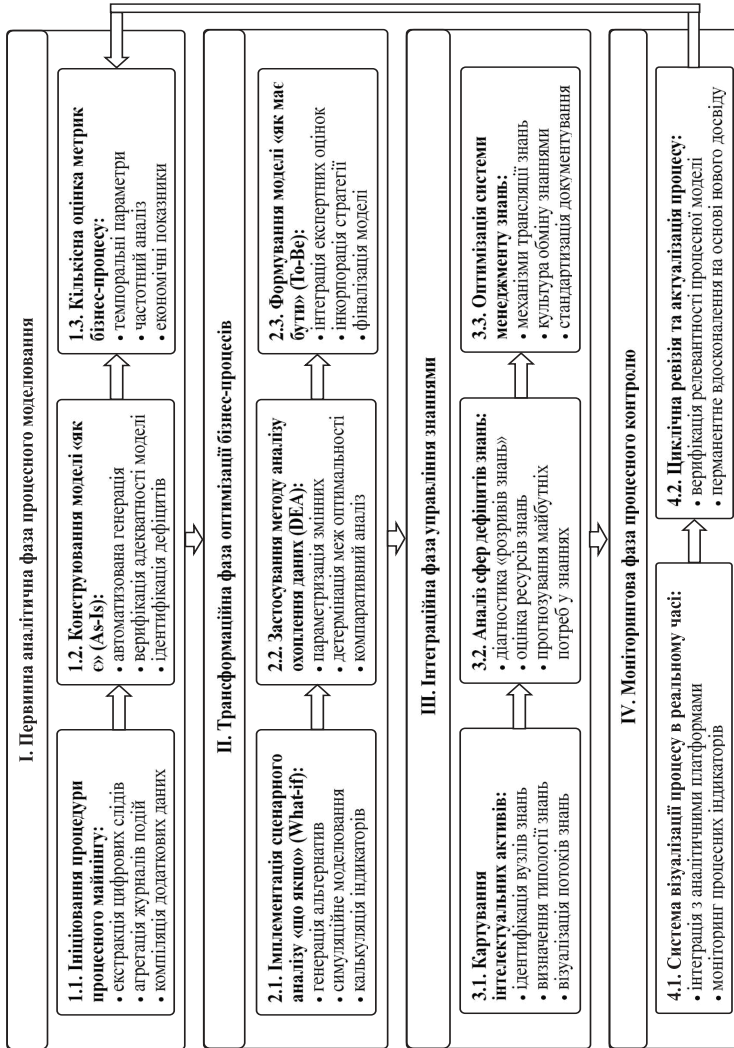


Рис. 3. Алгоритм застосування моделювання бізнес-процесів як інструмента управління знаннями
Джерело: розроблено авторами

для управління знаннями. Розроблені концептуальні підходи до інтеграції моделей бізнес-процесів із системами управління знаннями створюють методологічне підґрунтя для підвищення ефективності управлінських рішень. Запропонований механізм організаційного навчання забезпечує неперервне вдосконалення адаптивності та конкурентоспроможності організацій.

Практична цінність дослідження виявляється в розробці науково-методичних рекомендацій щодо впровадження бізнес-моделювання на базі Process Mining у діяльність підприємств. Запропоновані алгоритми аналізу, структурування та передачі знань сприяють оптимізації комунікативних процесів, підвищенню продуктивності праці та адаптивності підприємств до змінних умов зовнішнього середовища.

Застосування методів iBPMS бізнес-моделювання дозволяє систематизувати, аналізувати та оптимізувати процеси управління знаннями, що створює передумови для зменшення ризиків втрати критично важливих знань у процесі організаційних трансформацій.

Перспективними напрямками подальших наукових досліджень є вдосконалення моделей бізнес-процесів з метою їхньої адаптації до специфіки різних галузей економіки. Важливим аспектом постає розробка комплексних методик оцінювання ефективності інтеграції процесного моделювання та управління знаннями. Така оцінка потребує застосування як кількісних (швидкість прийняття рішень, час виконання операцій), так і якісних показників (повнота та актуальність бази знань, рівень інноваційності та адаптивності організації).

Результати дослідження становлять теоретичний та практичний інтерес для науковців, розробників інформаційних систем управління знаннями та керівників підприємств, які прагнуть до системної оптимізації власних бізнес-процесів у контексті сучасних викликів цифрової економіки.

Список використаних джерел

1. Гвоздь М. Я. «Процес» і «бізнес-процес» в системі управління підприємством. *Україна в умовах глобальної конкуренції: стратегія випереджаючого розвитку* : Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Донецьк, 2010). Донецьк : Видавництво, 2010. С. 29–30.
2. Сорочак О. З., Гвоздь М. Я. Методика оцінювання ефективності бізнес-процесів приладобудівних підприємств та вибору відповідного виду їх реінжинірингу. *Економічний простір*. 2015. № 102. С. 210–224. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/espros_2015_102_23 (дата звернення: 20.03.2025).
3. Ус Г. О. Моделювання бізнес-процесів в системах управління знаннями на основі агент-орієнтованого підходу. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2015. № 3. С. 934–937.
4. Христенко О., Озерчук Т. Наукові засади управління знаннями в сучасних організаціях. *Фінансовий простір*. 2017. № 2 (26). С. 61–66. URL: <http://fp.lnu.edu.ua/index.php/fp/article/view/519> (дата звернення: 20.03.2025).
5. Banker R. D., Charnes A., Cooper W. W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*. 1984. № 30. P. 1078–1092.
6. Bhatt G. D. Knowledge management in organizations: examining the interaction between technologies, techniques, and people. *Journal of Knowledge Management*. 2001. Vol. 5. № 1. P. 68–75. URL: <https://doi.org/10.1108/13673270110384419> (Last accessed: 20.03.2025).
7. Charnes A., Cooper W. W., Rhodes E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*. 1978. Vol. 2. P. 429–444.
8. Choi H. J., Ahn J. C., Jung S. H., et al. Communities of practice and knowledge management systems: Effects on knowledge management activities and innovation performance. *Knowledge Management Research & Practice*. 2019. Vol. 18. № 1. P. 53–68.
9. Davenport T., Prusak L. Working knowledge: how organizations manage what they know. Boston, MA: Harvard Business School Press. 1998. 199 p.

10. Dumas M., La Rosa M. and all. *Fundamentals of Business Process Management. Second Edition. Springer.* 2018. 557 p. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-56509-4> (Last accessed: 20.03.2025).

11. Evans M., Dalkir K., Bidian C. A. Holistic View of the Knowledge Life Cycle: The Knowledge Management Cycle (KMC) Model. *Electronic Journal of Knowledge Management.* 2014. Vol. 12. № 2. P. 85–97.

12. Farrell M. J. The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General).* 1957. Vol. 120. P. 253–281.

13. McKinsey Global Institute. URL: <https://www.mckinsey.com/mgi/> (Last accessed: 20.03.2025).

14. Michailova S., Husted K. Decision making in organizations hostile to knowledge sharing. *Journal of East European Management Studies.* 2004. Vol. 9. No. 1. P. 7–19. URL: <http://www.jstor.org/stable/23280840> (Last accessed: 20.03.2025).

15. Nonaka I., Takeuchi H. The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. *New York, Oxford University Press.* 1995. 304 p.

16. Olomolaiye A., Egbu C. The significance of human resource issues in knowledge management within the construction industry – people, problems and possibilities. Association of Researchers in Construction Management: Materials of the 20th Annual ARCOM Conference. Heriot Watt University (1–3 September 2004). P. 533–542. URL: https://www.arcom.ac.uk/-docs/proceedings/ar2004-0533-0540_Olomolaiye_and_Egbu.pdf (Last accessed: 20.03.2025).

17. Papworth K. Back to Basics – Unlocking the Power of Knowledge Management: Key Benefits for Organisations. 2024. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/back-basics-unlocking-power-knowledge-management-key-kyle-papworth-egusc/> (Last accessed: 20.03.2025).

18. Radhakrishna V., Ravi H., Elango S., Divyashree V., Jaganathan A., Ponnusamy M. Future of knowledge management in investment banking: Role of personal intelligent assistants. *Methodological*

Innovations. 2024. Vol. 17. № 4. P. 229–247. URL: <https://doi.org/10.1177/20597991241287118> (Last accessed: 20.03.2025).

19. Riege A. Three-dozen knowledge-sharing barriers managers must consider. *Journal of Knowledge Management*. 2005. Vol. 9. № 3. P. 18–35. URL: <https://doi.org/10.1108/13673270510602746>

20. Salvadorinho J., Teixeira L. Organizational knowledge in the I4.0 using BPMN: a case study. *Procedia Computer Science*. 2021. Vol. 181. P. 981–988. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.266> (Last accessed: 20.03.2025).

21. Sorochak O., Hvozď M. Approaches to the evaluation of comparative efficiency of alternative options of technological business processes of instrument-making enterprises, resulting from reengineering. *Marketing and Management of Innovations*. 2017. Vol. 4. P. 219–228. URL: <https://doi.org/10.21272/mmi.2017.4-19> (Last accessed: 20.03.2025).

22. Zack M. H. Developing a Knowledge Strategy. *California Management Review*. 1999. Vol. 41. № 3. P. 125–137.

KALASHNYK-RYBALKO Myroslava Anatoliivna,

PhD, Associate Professor,
Associate Professor, Ukrainian State Flight Academy,
Kropyvnytskyi, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0997-9609>

KALASHNYK Ganna Anatoliivna,

Doctor of the Sciences, Professor,
Professor, Ukrainian State Flight Academy,
Kropyvnytskyi, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9581-9865>

MYKHAILETSKYI Artem Stepanovych,

Cadet, Ukrainian State Flight Academy,
Kropyvnytskyi, Ukraine

2.4. OPTIMISATION OF DATA FLOW MANAGEMENT OF THE AUTOMATED AIR TRAFFIC CONTROL SYSTEM NETWORK

Introduction. Air traffic control (ATC) is a key element of aviation infrastructure that ensures safe, efficient and orderly aircraft movement in airspace. In the context of globalisation, the growth of air traffic volumes and technological progress, air traffic control systems play a strategic role in ensuring the stable operation of the aviation industry. Modern challenges associated with the growth of air traffic, the development of unmanned aerial vehicles and the need for environmental sustainability require the improvement of methods and approaches to the organisation of ATC.

The features of air traffic control are determined by the high level of technological development, the need to integrate international standards, the complexity of coordination between numerous participants in the aviation process and the need to respond promptly to changes in the situation in airspace. Methodological aspects of air traffic control are based on the use of modern technologies, such as satellite navigation, automated dispatch control systems,

artificial intelligence and big data analysis. In addition, mathematical models of airspace congestion forecasting, route optimisation algorithms and risk management methods are used. For effective management, modern automated systems, satellite technologies, real-time communication and complex air traffic forecasting are used. An important methodological approach is the concept of the Single European Sky (SESAR [1]) and International Civil Aviation Organisation (ICAO) standards, which determine the regulation of air traffic and the integration of technologies into airspace management.

Danylo Halytskyi International Airport “Lviv”, being a key aviation hub in Western Ukraine, plays a strategic role in regional and international communication. Its development has gone through several stages: from a military airport to a modern International Hub. Particularly significant progress was made during the preparation for Euro-2012, when a large-scale infrastructure modernisation was carried out. However, the beginning of the full-scale Russian invasion in 2022 led to the complete cessation of civil air transportation, which significantly affected the financial performance of the airport [2–4].

As a result of the suspension of the main activity, the airport’s revenues have sharply decreased, while the costs of supporting the infrastructure have remained significant. This has led to the need to optimise costs and find alternative sources of financing. Despite the crisis, the airport has adapted its activities, focusing on humanitarian transportation. The resumption of work directly depends on the security situation in Ukraine, and the prospects for opening air services will be considered after conditions stabilise. Improving the airport’s technical infrastructure will help increase its competitiveness and compliance with international aviation safety standards. The implementation of modern solutions in systems of air traffic control and data processing automation will reduce the risks of failures, increase the speed of decision-making and ensure stable and efficient operation of all aviation processes.

Main results of the study. Danylo Halytskyi International Airport “Lviv” is one of the most important transport hubs in Ukraine.

It provides air connections between Lviv and many cities in Europe and the world. Effective air traffic control plays a crucial role in ensuring flight safety, optimizing air navigation processes, and increasing airport capacity. The organization of air traffic at the airport is carried out according to international standards established by the International Civil Aviation Organization (ICAO) and is regulated by national regulatory documents [5; 6].

The main functions of air traffic control are assigned to the relevant airport services and control centres, which coordinate flights, provide air navigation services and monitor compliance with safety rules. Important aspects of effective air traffic control are the use of modern technologies, automated navigation and communication systems, which minimise risks and increase the efficiency of decision-making.

In general, air traffic control at the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv” is a complex multi-level process provided by the airport’s dispatch service in cooperation with the State Enterprise “Ukraerorukh”. The main functions are flight coordination, air traffic control, granting take-off and landing permits, as well as flight routing. An important role is played by air navigation services, which are carried out using modern navigation systems and radar equipment to ensure the accuracy and safety of flights. The dispatch service uses a developed communication system, which includes radio communication, satellite technologies and automated dispatch complexes, which allows for a prompt response to changes in air traffic. The air traffic control infrastructure includes a control tower, a flight control centre and navigation towers that meet international ICAO standards and the requirements of the European Organization for the Safety of Air Navigation (Eurocontrol).

Despite the temporary suspension of civil flights due to the war since 2022, the airport maintains a control system in working order for rapid recovery after the situation stabilizes.

Danylo Halytskyi International Airport “Lviv” is equipped with modern traffic control facilities, which allow it to service aircraft of various categories and classes in any weather conditions. The growth

of passenger traffic and air traffic volume by 2022 stimulated the modernisation of flight control systems, which positively affected the efficiency of the airport (Table 1). However, due to the full-scale war in Ukraine in 2022, the airport suspended civilian air transportation, which significantly affected the work of air traffic services.

Analysing the dynamics of indicators for 2021–2023, we see significant changes that are due to both external and internal factors. Thus, in 2022, the amount of net income decreased significantly compared to 2021, and this trend continued in 2023. Such a decrease was caused by external factors, such as the closure of Ukrainian skies for civilian flights due to the war. The result was a significant decrease in operating activities and financial results. The decrease in the cost of goods sold in 2022 can be explained by a decrease in the volume of services provided. Although the cost of goods sold decreased, it remained quite high (Fig. 1).

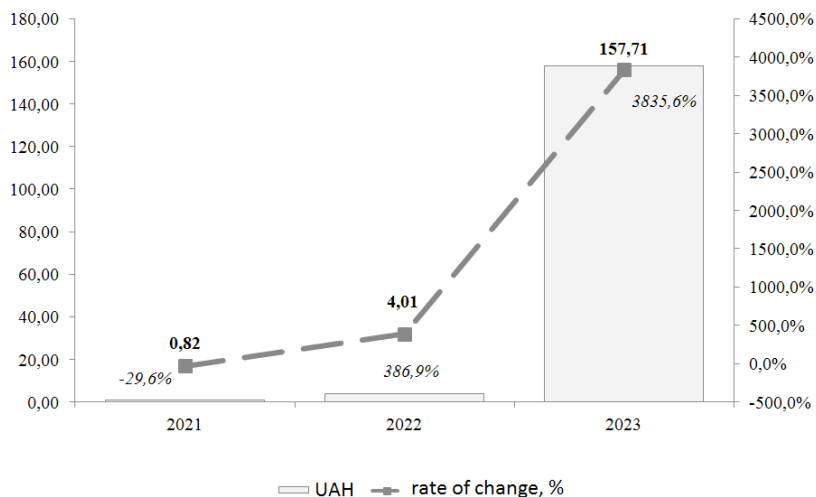


Fig. 1. Dynamics of the cost of 1 UAH of services provided by the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv” in 2021–2023

Source: calculated and constructed by the authors based on the financial reports of the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv” [2–4]

Table 1

Dynamics of financial results of economic activities of the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv” in 2021–2023 (thousand UAH)

Indicators	Years			Deviations are chain			
				absolute		rate of growth, %	
	2021	2022	2023	2022/ 2021	2023/ 2022	2022/ 2021	2023/ 2022
1	2	3	4	5	6	7	8
Net income from sales of products (goods, works, services)	560938	72084	1238	-488854	-70846	-87,1	-98,3
Cost of goods sold (goods, works, services)	461692	288853	195242	-172839	-93611	-37,4	-32,4
Gross profit	99246	-216769	-194004	-316015	22765	-318,4	-10,5
Other operating income	22584	108537	25682	85953	-82855	380,6	-76,3
Administrative expenses	33018	20267	16828	-12751	-3439	-38,6	-17,0
Selling expenses	1321	546	261	-775	-285	-58,7	-52,2
Other operating expenses	32399	8195	8190	-24204	-5	-74,7	-0,1
Financial results from operating activities	55092	-137240	-193601	-192332	-56361	-349,1	41,1
Other income	15360	19659	22329	4299	2670	28,0	13,6
Charitable income	0	294	777	294	483	100,0	164,3

Continuation of table 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Financial expenses	9	2	0	-7	-2	-77,8	-100,0
Other expenses	1306	2616	115	1310	-2501	100,3	-95,6
Financial result before tax	69137	-120199	-171387	-189336	-51188	-273,9	-42,6
Profit tax expenses	12664	-7024	2877	-19688	9901	-155,5	141,0
Net profit	56473	-113175	-174264	-169648	-61089	-300,4	-54,0

Source: calculated by the authors based on financial reports of the Danylo Halytskyi International Airport "Lviv" [2-4]

Gross profit suffered a significant reduction in losses in 2022, which was caused by the same reasons. A significant reduction in gross profit indicates that the company not only lost revenue but also failed to reduce expenses to the required extent, which complicated its financial situation. As a result, the financial result from operating activities deteriorated significantly in 2022, which is a consequence of significant losses from core activities, in particular, due to a decrease in revenue and negative dynamics of gross profit. The recovery of this indicator in 2023 is positive, albeit insignificant, which indicates the beginning of stabilisation.

The financial result before tax continued to deteriorate significantly in 2022, which is a result of significant losses from operating activities. The decrease in this indicator is a natural consequence of a decrease in revenue and an increase in expenses. In 2022, the airport made a net loss, and its decrease in 2023, although less significant, still reflects the instability of financial results.

So, the main reasons for such changes are the closure of the sky for civil flights in February 2022 and the reduction in activity. The consequence of these changes was the need to reduce costs, reduce operating activities and try to attract other income, which allowed the company to somewhat stabilise its financial position, although the results remain negative.

Due to the full-scale war in Ukraine in 2022, the airport suspended civil air transportation, which significantly affected the work of air traffic services. Despite this, the infrastructure and flight control system are maintained in good condition, which allows for the prompt restoration of air traffic after the stabilisation of the security situation.

The automated air traffic control system of the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv” is an important part of the infrastructure that ensures effective and safe flight management in the controlled airspace of the airport. The system allows controllers to coordinate flights in real time, monitor air traffic, and provide the necessary permissions for takeoff, landing and manoeuvres within the airfield.

Automated control is based on high-precision navigation systems that ensure the accuracy of data on the location of aircraft, as well

as the use of radar and radio navigation tools [7, p. 65]. This allows controllers to quickly respond to changes in the airspace situation and control traffic using automated control complexes. The automated air traffic control system is integrated with other components of the airport infrastructure, which allows for coordination of actions with airlines, air navigation services and other bodies responsible for flight safety.

Air traffic management and data flows of the automated control system network of the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv” are an important component of ensuring safety, efficiency and operational efficiency in the operation of the airport. The system is designed to ensure continuous and rapid exchange of information between controllers, other airports and national air traffic control authorities. The key characteristics of data flow management in this system are as follows.

1. Multi-level information management.

Air traffic management and data flows of the automated control system network of the airport have several levels of data management. The first level provides data collection from various sensors and radar systems. Information on the location of aircraft, weather conditions, take-off and landing status is transmitted to the controllers’ workstations via automated monitoring systems. The second level provides analysis of this data and automatic decision-making (based on algorithms) on airspace allocation and aircraft flow management.

2. Multimodality of data transmission.

To ensure continuous and reliable transmission of information in the air traffic control system and data flows of the automated airport management system network, various data transmission methods are used, such as radio communication, high-speed channels for transmitting text information (for example, via the ADS-B protocol for data exchange between aircraft and controllers), as well as integration with national and international networks for exchanging information with other control centres.

3. Low level of delays in data transmission.

Since any delay in data transmission can lead to serious consequences, the air traffic control system and data flows of the

automated airport management system network are optimised for minimal delays in data exchange. The system uses specialised technologies to quickly respond to situations that may threaten flight safety. This is ensured through the use of high-speed communication channels and the use of algorithms that automatically reduce the delay time between information transmissions.

4. Security and data protection.

To protect the transmitted data, the system is equipped with modern encryption and authentication tools. All data about aircraft, airspace and weather conditions are transmitted via secure communication channels, which eliminates the risks of unauthorised access or interference with data flows.

5. Integration with national and international systems.

The air traffic control system and data flows of the automated management system network of airport “Lviv” are integrated with international air traffic control systems, such as Eurocontrol, which allows for uninterrupted data exchange between airports and state air traffic control authorities along the entire flight route. This allows for better coordination and interaction between different control centres and control of aircraft flows at significant distances from the airport.

6. Adaptation to changing conditions.

Since air traffic flows can change depending on weather conditions, airport conditions, route load, etc., the air traffic control system and data flows of the automated control system network allow for dynamic regulation of flow distribution. The system automatically adapts to changing situations and offers new routes or changes in time slots for takeoff and landing.

Thus, the air traffic control system and data flows of the automated control system network of the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv” provide a high level of efficiency, accuracy and safety, which is critically important for the smooth operation of the airport and air traffic control in its service area.

The air traffic control system at the airport includes modern infrastructure facilities, such as a control tower, a flight control center

and navigation towers that meet international standards. Automated air traffic control systems and radar equipment ensure the accuracy of aircraft location data and allow for rapid response to changes in air traffic. Automated air traffic control systems of the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv” include modern radar and navigation technologies, as well as data exchange systems that ensure safety, accuracy and timeliness of management decisions. The system automates the processes of aircraft flow management, monitors and controls the movement of aircraft at all stages of their route. Delays in information exchange or reduced equipment performance can cause serious disruptions, which will negatively affect the safety and efficiency of service.

The implementation of modern solutions for air traffic control and data processing automation will help reduce risks, increase the speed of decision-making and ensure stable operation of all aviation processes. This will contribute to increasing the competitiveness of the airport and its compliance with international safety standards. Improving the technical infrastructure is an important stage in the development of the airport, as it allows significant improvement in the quality of service and minimises the likelihood of failures. The indicators of the efficiency of data flow management of the automated air traffic control system network of the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv” are given in Table 2.

The analysis identified the following shortcomings in the air traffic management and data flows of the automated control system network at the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv”:

- The increase in the data exchange delay time in 2022 (0.3 sec.) is a consequence of network overload or temporary technical problems, such as insufficient communication channel bandwidth or equipment malfunctions. Although the delay time improved slightly in 2023, it still did not reach the 2021 level. This indicates that the system is not fully optimised for processing large amounts of data in real time.

- The decrease in the data processing speed in 2022 (55 msec.) indicates insufficient computing power or inefficiency of the software

Table 2

**Indicators of the efficiency of data flow management
of the automated air traffic control system network of the Danylo
Halytskyi International Airport “Lviv” in 2021–2023**

Indicators	Years			Deviations are chain			
				absolute		rate of growth, %	
	2021	2022	2023	2022/ 2021	2023/ 2022	2022/ 2021	2023/ 2022
Data exchange latency (sec.)	0,2	0,3	0,25	0,1	-0,05	50,0	-16,7
Data processing speed (msec.)	50	55	52	5	-3	10,0	-5,5
Number of processed messages (thousands)	120	115	140	-5	25	-4,2	21,7
Data transmission errors (%)	0,02	0,03	0,02	0,01	-0,01	50,0	-33,3
Communication channel bandwidth (Mbps)	100	90	140	-10	50	-10,0	55,6
Recovery time after failures (min.)	1,2	1,3	1,0	0,1	-0,3	8,3	-23,1
Security level (%)	98	97	99,5	-1	2,5	-1,0	2,6
Integration with international standards (%)	95	93	98	-2	5	-2,1	5,4

Source: calculated by the authors based on data from the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv”

responsible for data processing. The recovery of the indicator in 2023 (52 msec.) is positive, but reaching the 2021 level (50 ms) failed, indicating potential technical limitations.

– An increase in the number of data transmission errors in 2022 (0.03 %) due to problems in the operation of communication

equipment or network failures. This causes temporary data loss or incorrect information transmission, which negatively affects the accuracy and reliability of the system.

- A decrease in the communication channel bandwidth in 2022 to 90 Mbps, indicating limitations in the communication infrastructure or the need to update technical equipment to ensure uninterrupted operation with large volumes of data. This leads to delays in information transmission, which is critical for the safety and efficiency of air traffic control.

- An increase in the time to restore communication after failures in 2022 (1.3 min.), indicating insufficient preparedness of the system for unforeseen failures or technical problems that may arise during operation. Recovery time in 2023 to 1 min. It is an improvement, but still leaves room for further optimisation.

In general, although positive changes are observed in 2023 compared to 2022, these shortcomings indicate the need for further work on improving the technical infrastructure, ensuring stable operation of communication channels and reducing the probability of errors in data transmission.

To ensure the safety and efficiency of flights, air traffic control at the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv” is carried out using modern technologies and in close cooperation with the State Enterprise “Ukraerorukh”. The air traffic control system at the airport includes automated navigation systems, radar equipment and communication facilities that allow for precise control of air traffic reduce risks and increase throughput. After the suspension of air traffic due to the war, the airport retained its infrastructure, which makes it possible to quickly resume air traffic after the situation stabilizes.

Effective air traffic control and data flows in the automated control system network are critically important for ensuring the safety, reliability and efficiency of air transportation [8, p. 88]. Modern airports face high demands on the accuracy and speed of information processing, which is due to a significant increase in air traffic, the need to ensure timely data exchange between different services and

the introduction of innovative technologies. The conditions in which the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv” operates require stable functioning of information systems and minimization of risks associated with possible technical failures.

Optimisation of network infrastructure and an increase in data processing speed directly affect the coordination of all aviation services, starting from airspace control and flight coordination and ending with passenger service and cargo transportation. Delays in information exchange, reduced equipment performance or insufficient bandwidth of communication channels can cause disruptions in work, which negatively affect the quality of aviation service and the overall level of safety.

Recommendations for improving air traffic management and data flows in the automated control system network of the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv” are presented in Figure 2.

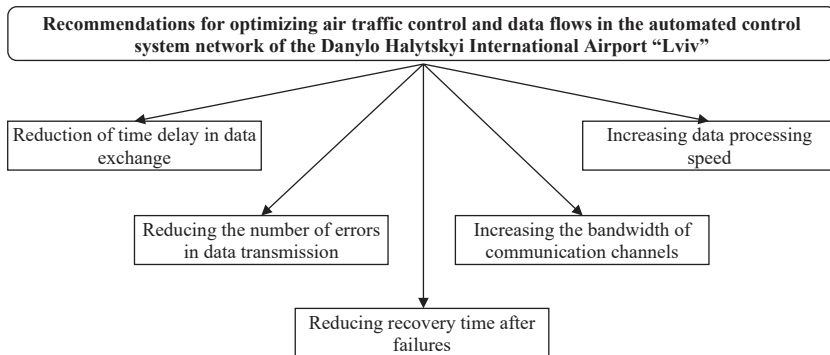


Fig. 2. Recommendations for improving air traffic management and data flows in the automated control system network of the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv”

Source: developed by the authors

Let's consider the essence of these recommendations in more detail.

1. Reduction of time delay in data exchange.

To reduce latency, it is necessary to implement comprehensive measures that include both technical modernisation and software

optimisation. One of the key solutions is to update network equipment. In addition, an important measure is the use of traffic prioritisation technology (Quality of Service, QoS). This allows you to highlight the most critical processes for security and ensure their uninterrupted communication. Another way to improve is to increase channel capacity and introduce backup communication channels. For example, the use of fiber-optic connections or alternative data transmission channels, such as 5G or satellite communication, significantly reduces the risk of network overload and reduces latency.

In addition to hardware solutions, an important component is software. The implementations of algorithms for automatic monitoring and analysis of network traffic will allow for quick identification of overload zones and eliminate them before critical situations arise. It is also possible to use caching and data compression technologies to accelerate the exchange of information between systems.

The recommendations are as follows:

- optimisation of network equipment, namely, modernisation of switches and routers to increase bandwidth and minimise delays in data transmission;
- implementation of a traffic prioritisation system (QoS – Quality of Service), which will allow giving priority to critically important data (for example, air traffic control signals) over less important flows (multimedia content, reports, etc.);
- increase in channel capacity and use of reserve channels; for example, you can connect additional optical communication channels or use cloud technologies to reduce the load on local servers;
- automatic monitoring of network traffic, implementation of an analytics system to detect overloads in real time and respond quickly.

2. Increasing the speed of data processing.

One of the main factors affecting the speed of data processing is the performance of server equipment. Outdated processors, limited RAM, and insufficient storage bandwidth can significantly slow down the system. Therefore, it is necessary to modernise the server infrastructure by implementing high-performance processors with multi-core

architecture. As well as increase the amount of RAM and use high-speed solid-state drives (SSD or NVMe) to accelerate data reading and writing.

Another critical aspect is the optimisation of the software that performs data processing. The use of outdated algorithms or inefficient code causes unnecessary load on the system, slowing down its operation. The introduction of the latest information processing methods, such as optimised data compression algorithms, improved caching methods, and more efficient database management systems, will significantly reduce delays in the processes of information analysis and processing.

In addition, the use of cloud technologies and distributed computing plays an important role in increasing the speed of data processing. Integrating the air traffic control system with cloud services will ensure the scalability of resources. This will allow you to flexibly respond to changes in load. The use of parallel data processing technologies in the cloud environment will significantly speed up the execution of complex computing operations without losing performance.

Another area of improvement is the introduction of artificial intelligence (AI) and machine learning to automate the processing of large volumes of data. AI algorithms can analyse data flows in real time, predict system loads, and distribute resources in such a way as to minimise delays. This is especially important for operational air traffic control, where even millisecond delays can be critical.

Regular monitoring of system performance is also an important element in ensuring high data processing speed. The use of specialised analytical tools to identify bottlenecks in the system will allow you to quickly eliminate emerging problems and optimise the use of computing resources.

We have proposed the following recommendations:

- updating server equipment, using more powerful processors and increasing RAM, which will allow processing a larger amount of information faster;
- optimising software, i. e. implementing the latest data compression and processing algorithms, which will allow speeding up their analysis;

- switching to modern databases, using distributed database management systems (for example, PostgreSQL or MongoDB), which reduces the load on the central server;
- integrating cloud technologies, namely, using hybrid solutions for processing large data streams (for example, distributing the load between local servers and cloud platforms).

3. Reducing the number of errors in data transmission.

One of the main causes of errors in data transmission is outdated or faulty communication equipment. The use of network devices with limited capabilities or worn-out components leads to unstable operation of communication channels. To solve this problem, it is necessary to modernise network equipment, in particular, to update routers, switches and data transmission servers. Installing modern high-speed network devices with advanced error correction mechanisms will significantly increase the accuracy and efficiency of information transmission.

Another important aspect is the optimisation of data transmission protocols. In some cases, the use of outdated or inefficient protocols leads to information loss or errors during transmission. The introduction of more stable and reliable protocols, such as TCP/IP with advanced data integrity control algorithms, will minimise the risk of information loss. In addition, it is advisable to use adaptive methods of data compression and transmission that automatically adjust communication parameters under the conditions of the network environment.

The instability of communication channels is also one of the factors influencing the increase in data transmission errors. Interference in the operation of wireless connections, network overload or external factors (for example, weather conditions) negatively affects the quality of transmitted information. To minimise these risks, it is necessary to expand the network bandwidth and implement backup communication channels. This will avoid overloading of the main network channels and ensure stability in the event of emergencies.

In addition to technical improvements, regular monitoring and diagnostics of the network infrastructure play an important role in

reducing data transmission errors. The use of modern traffic analysis systems and automated error detection tools will allow you to quickly respond to any network disruptions. For example, the implementation of a log file analysis system will help detect anomalies in the process of information transmission and predict possible failures before they occur.

The issue of increasing the level of cyber security deserves special attention, since errors in data transmission can be caused not only by technical malfunctions, but also by attempts at unauthorised intervention in the system. Installing additional security measures, such as data encryption, multi-level user authentication and anomalous activity detection systems, will help minimise the risks of loss or falsification of transmitted information.

The recommendations are as follows:

- the use of modern communication protocols, such as the transition to the latest data transmission protocols (for example, TCP/IP version 6), allows you to reduce information loss during transmission;
- communication channel reservation, introduction of additional communication channels (for example, via satellite Internet or 5G), which will reduce the risk of errors due to the instability of the main network;
- intelligent error correction system – the use of error correction algorithms (Forward Error Correction), which will allow automatically correcting errors without re-sending data;
- periodic testing of communication equipment, namely – conducting regular checks of routers, transmitters and receivers to identify potential malfunctions.

4. Increasing the bandwidth of communication channels.

The main reason for the decrease in bandwidth is the technical limitations of the existing infrastructure. The use of outdated network equipment, such as routers, switches and servers with low performance, does not allow for the efficient processing of large data streams [7, p. 65]. To eliminate this problem, it is necessary to modernise the equipment by replacing old devices with high-speed

communication components supporting modern data processing and transmission technologies. For example, the use of routers supporting Gigabit Ethernet or 10-Gigabit Ethernet standards will significantly increase the speed of information exchange between different airport subsystems.

Another important aspect is the optimisation of the network architecture. In some cases, inefficient load distribution between servers and network nodes leads to overloading of certain network segments, which, in turn, limits the bandwidth. The implementation of load balancing technologies, for example, through the use of distributed computing or software-defined networks (SDN), will allow for even distribution of data flows, reducing the risk of overloading individual channels. In addition, external factors have a significant impact on the bandwidth of the communication channel, in particular, the growth of the number of connected devices and the overall level of network traffic.

A large number of systems are constantly operating at airports, including automated air traffic control systems, aircraft maintenance databases, passenger information panels, video surveillance systems and wireless access points. To ensure the stable operation of all these subsystems, it is necessary not only to increase the total bandwidth of communication channels but also to improve traffic prioritisation algorithms. For example, critical data related to flight management should have priority over less important information flows, such as multimedia content for passengers.

Special attention should be paid to the use of backup communication channels [9, p. 33]. In case of overload of the main channel or occurrence of technical problems, alternative data transmission routes will avoid system failures. Implementation of such backup routes should occur through the implementation of multi-channel network connections, which automatically switch to an available channel in case of failure of the main one.

In addition, the implementation of the latest communication technologies, such as 5G or fiber-optic networks, will significantly

increase the throughput and reliability of the airport network infrastructure. 5G technology provides high data transfer speed with minimal delays, which will be useful for organising wireless communication channels between different airport subsystems. Fiber-optic connections, in turn, are capable of transmitting large amounts of information with minimal losses, which is especially important for real-time data processing.

The recommendations are as follows:

- switching to fiber-optic communication lines will significantly increase data transfer speed and reduce delays;
- using multi-channel data transfer (Multipath TCP) will allow distributing the load between several communication channels, which minimises the risks of overloads;
- implementing smart routing algorithms, which will increase the data transfer speed between different points of the network;
- creating separate channels for critical processes will help avoid delays in communication between controllers and pilots due to overloading the common channel with less important data.

5. Reducing the time to restore communication after failures.

One of the main reasons for prolonged communication restoration is the lack of an effective system for automatic detection and elimination of malfunctions. In many cases, failure detection and switching to backup channels are delayed due to insufficient integration of monitoring systems or the lack of fast switching algorithms. The introduction of modern automated diagnostic systems will reduce the time to detect a problem and speed up its elimination. For example, the use of artificial intelligence to analyse network traffic is designed to help predict possible failures and apply preventive measures.

Another important aspect is the creation of an effective backup communication system. Using only one main channel for data transmission increases the vulnerability of the system to failures. To ensure continuity of communication, it is necessary to introduce additional backup channels that are automatically activated in the event of loss of the main connection. For example, alternative channels

can be implemented via satellite, mobile 5G networks or fiber optic connections, which will significantly increase the functional resilience of the system to failures [10, p. 270].

The quality of network equipment also plays an important role. The use of outdated switches, routers and servers leads to long delays in the connection restoration process. Modernisation of the technical infrastructure, in particular, the introduction of devices with support for automatic switching to backup communication lines, will significantly reduce the network restoration time.

In addition to technical aspects, attention should be paid to the human factor. Developed and implemented fault response protocols that will allow operators to eliminate problems faster and minimise their impact on the airport's operation. Regular training for personnel responsible for IT infrastructure and communications will help increase the efficiency of their work in critical situations.

Finally, an important step is to implement a policy of proactive maintenance of the network infrastructure. Regular diagnostics, testing of the functional stability of the system [9, p. 27] and software updates will minimise the risks of malfunctions, which, in turn, will contribute to reducing the time for restoring communication after failures. We have provided the following recommendations:

- automated systems for detecting and eliminating failures, namely, the implementation of special software that independently diagnoses problems and restarts systems in the event of failures;
- backup duplication of critical components (servers and network switches) will allow you to quickly switch to a backup system without losing communication;
- use of artificial intelligence to predict possible failures and warn about potential risks;
- development of a detailed disaster recovery plan for IT specialists in the event of malfunctions, which will allow you to respond to problems faster.

Next, we will determine why the implementation of the developed program will contribute to increasing the efficiency of air traffic

management and data flows of the automated control system network of the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv”.

1. Reducing the delay time in data exchange.

The efficiency and accuracy of data transmission play a key role in effective air traffic management, especially in conditions of intensive airport traffic. Any delay in the exchange of information between the dispatch service, navigation systems and airlines can lead to failures in flight coordination, which potentially creates safety risks and causes financial losses for the airport and air carriers. An increase in the delay time in data transmission in 2022 indicates an overload of the network infrastructure or its insufficient adaptation to the growing volumes of information. Even a small increase in the delay time (for example, by 0.3 sec.) has a significant impact on the speed of decision-making, since modern air traffic control systems operate in real time.

Thus, reducing the delay time in data exchange is a strategically important task for Danylo Halytskyi International Airport “Lviv”. Its implementation will contribute to increasing the accuracy of flight control, reducing the probability of errors, improving the overall efficiency of the airport, and ensuring a high level of flight safety.

2. Increasing the speed of data processing.

In the modern aviation environment, the speed of data processing plays a key role in ensuring effective air traffic management. The faster the system analyses and processes information, the faster management decisions are made, which has a direct impact on flight safety, reducing flight delays and overall airport performance.

A decrease in the speed of data processing in 2022 (up to 55 msec) indicates insufficient computing infrastructure capacity or inefficiency of the software used to manage data flows. Despite a slight improvement in 2023 (up to 52 msec), this indicator still has not reached the level of 2021 (50 msec), which indicates the presence of technical limitations. This situation requires the immediate implementation of measures to increase the speed of data processing and ensure stable operation of the system under increasing load.

Ensuring high speed of data processing at the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv” will significantly increase the efficiency of

air traffic control, reduce the risk of flight delays, improve coordination between airport services and ensure a higher level of flight safety. The introduction of modern technologies in this area will be an important step towards increasing the airport's competitiveness and improving the quality of services provided.

3. Reducing the number of errors in data transmission.

In modern conditions of airport operation, the accuracy and reliability of data transmission play a critically important role in ensuring effective air traffic control. A high level of errors in information transmission causes incorrect processing of requests, delays in decision-making and even failures in control systems.

In 2022, the number of errors in data transmission at the Danylo Halytskyi International Airport "Lviv" increased to 0.03 %, which indicates problems in the operation of communication equipment or instability of the network infrastructure. Although in 2023 the situation partially improved, the error rate remains above optimal. This indicates the need for systemic changes to increase the accuracy and stability of data transmission.

In general, reducing the number of errors in data transmission is a necessary condition for ensuring the stable and reliable operation of the automated airport management system. The introduction of modern equipment, optimisation of information transmission protocols, use of backup communication channels and strengthening of security measures will significantly improve the quality of transmitted data. This, in turn, will contribute to increasing the efficiency of air traffic control, reducing the risk of technical failures and ensuring a high level of flight safety.

4. Increasing the bandwidth of communication channels.

The bandwidth of the communication channel is one of the key factors affecting the efficiency of air traffic control and the functioning of the automated airport management system. In modern airports, processing a large amount of data in real time is critically important, since any delays or loss of information can lead to disruptions in flight coordination, increased flight delays and potential safety risks. In 2022,

at the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv”, the bandwidth of the communication channel decreased to 90 Mbps, which caused difficulties in transmitting large amounts of information, including flight data, weather conditions, flight schedules and aircraft telemetry.

Increasing the bandwidth of communication channels is a strategically important step to ensure the stable and efficient operation of the airport. The introduction of modern equipment, optimisation of network architecture, use of backup channels and advanced communication technologies will significantly increase the productivity of the air traffic control system, reduce the risk of delays in information transmission and ensure maximum flight safety.

5. Reducing the time to restore communication after failures.

The uninterrupted operation of the air traffic control system and airport infrastructure depends on the stable functioning of communication channels. In the event of technical problems or failures, the speed of communication restoration is a critical factor affecting the efficiency of flight coordination, passenger safety and overall airport operations. The increase in the time to restore communication at the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv” in 2022 to 1.3 minutes indicates insufficient readiness of the system for unforeseen failures. Although this indicator was reduced to 1 minute in 2023, there is still a need for further optimisation, because even short-term failures lead to significant consequences.

Thus, reducing the time to restore communication is a necessary measure to ensure stable airport operation and flight safety. By implementing automated monitoring systems, backup communication channels, equipment modernization, improved personnel training, and proactive maintenance, the risks associated with prolonged outages can be significantly reduced and high reliability of the network infrastructure can be ensured.

Conclusions. A program for optimising air traffic management and data flows in the network of the automated control system of the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv” is presented. It will allow improving the speed and stability of the automated control

system, which will increase the efficiency of the airport and the level of flight safety.

The proposed recommendations, in particular, include the modernization of network equipment, the implementation of a traffic prioritization system, increasing channel capacity, the use of modern data processing algorithms, the use of cloud technologies to ensure resource scalability, as well as the integration of artificial intelligence and machine learning to automate the processing of large data flows. All these measures will help ensure the reliability, speed and accuracy of information processing, which is critical for aviation safety.

Improving the managerial and technical aspects of airport infrastructure will contribute to improving the quality of service, increasing flight safety and overall efficiency of operations. Optimisation of communication channels, reduction of delays in data exchange and increase of system throughput have a direct impact on efficiency and accuracy of air traffic control, as well as on efficiency of airport operations.

The proposed measures will allow for a significant increase efficiency of air traffic control and improve the functional stability of the automated control system at the Danylo Halytskyi International Airport “Lviv”. Implementation of modern data transmission technologies, reservation of critical channels, optimisation of network equipment and use of artificial intelligence will contribute to the reduction of delays, increase of speed of information processing and minimisation of failures. This, in turn, will positively influence the level of flight safety, efficiency of dispatching services and general efficiency of functioning of the airport.

References

1. SESAR. URL: <https://www.sesarju.eu/> (Last accessed: 17.04.2025).
2. Річна звітність ДП «Міжнародний аеропорт «Львів» ім. Данила Галицького». URL: https://clarity-project.info/edr/33073442/yearly-finances?current_year=2021 (дата звернення: 17.04.2025).

3. Річна звітність ДП «Міжнародний аеропорт «Львів» ім. Данила Галицького». URL: https://clarity-project.info/edr/33073442/yearly-finances?current_year=2022 (дата звернення: 17.04.2025).

4. Річна звітність ДП «Міжнародний аеропорт «Львів» ім. Данила Галицького». URL: https://clarity-project.info/edr/33073442/yearly-finances?current_year=2023 (дата звернення: 17.04.2025).

5. Про затвердження Інструкції з організації та здійснення об'єктивного контролю при обслуговуванні повітряного руху та виробничій діяльності цивільної авіації України : Наказ Міністерства транспорту України від 11.11.2003 № 872. Дата оновлення: 15.02.2010. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1103-03#Text> (дата звернення: 17.04.2025).

6. Про порядок роботи зі Стандартами та Рекомендованою практикою ICAO : Наказ Державіаслужби України від 07.11.2011 № 356. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0356763-11#Text> (дата звернення: 17.04.2025).

7. Пермяков О., Королук Н., Голубничий Д., Скоропанук П. Алгоритм мультифрактального балансування навантаження інформаційно-телекомунікаційних мереж спеціального призначення. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2021. № 42 (3). С. 63–70. URL: <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2021-42-3-63-70> (дата звернення: 17.04.2025).

8. Калашник Г. А., Калашник-Рибалко М. А. Завдання щодо перевірки діяльності та проєктів перспективного розвитку авіапідприємств на етапі відновлення України. *Проблеми сталого розвитку морської галузі PSDMI-2024* : Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції (м. Херсон, 28–29 лист. 2024 р.). С. 87–90.

9. Kalashnyk G. A., Kalashnyk-Rybalko M. A. Methodology for Ensuring the Functional Stability of Aircraft Integrated Modular Avionics Complex. *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*. 2023. № 4 (53). P. 30–40. URL: <https://doi.org/10.30748/nitps.2023.53.04> (Last accessed: 17.04.2025).

10. Mashkov O., Bychkov A., Kalashnik G., Shevchenko V., Vyshemyrska S. Application of the Theory of Functional Stability in

the Problems of Covering Territories by Sensory Networks. Lecture Notes in Data Engineering, Computational Intelligence, and Decision Making. *Intellectual Systems of Decision-Making and Problems of Computational Intelligence*: Proceedings of the 2022 International Scientific Conference. Springer. 2023. P. 266–285.

ZADVORNYKH Serhii Serhiivych,

PhD in Economics, Associate Professor

of the Department of Finance,

Private Higher Education Institution

“Rauf Ablyazov East European University”,

Cherkasy, Ukraine,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7025-4116>

2.5. THE DIGITAL TRANSFORMATION OF CORPORATION: HOW AI, BIG DATA AND EMERGING TECHNOLOGIES CAN SHAPE CORPORATE FINANCIAL GROWTH

Introduction. The financial results of companies across different industries are influenced by various factors, including the implementation of new technologies. In some cases, technological advancements serve as a catalyst for growth and success, while in others, they present challenges that businesses may struggle to overcome. Therefore, the extent to which companies benefit from digital transformation depends on their readiness, resources, and strategic approach.

FinTech and Big Data have become crucial components of modern financial systems due to the increasing demands and expectations of customers. Traditional financial models often fall short in addressing these evolving needs, leading to the growing integration of Big Data and Artificial Intelligence (AI) in financial technologies. This

integration is reshaping the sector by enhancing financial security, improving risk management, and fostering market stability. However, rapid transformations pose significant challenges, as companies and employees may not always be prepared for abrupt changes.

The internal and external environments of a company are deeply interconnected, meaning that instability in one area can have far-reaching consequences. While AI and Big Data-driven FinTech solutions can reinforce financial security in stable regions, they may also heighten risks in areas with weak regulatory frameworks. Countries facing instability often become attractive hubs for both legitimate FinTech startups and illicit financial activities, which can further disrupt global financial stability. Therefore, while technological advancements present opportunities for financial companies and consumers, they also introduce new risks that must be carefully managed.

Companies across various industries are constantly seeking ways to optimize their operations, reduce costs, and stay competitive. Digital technologies, particularly AI, have shown significant potential in driving efficiency and profitability. However, the key to successful technological adoption lies in assessing feasibility and ensuring alignment with a company's level of technical, material, and human resources maturity. Not every innovation that is trending or widely adopted will necessarily suit a particular business. Strategic planning and readiness are essential in determining when and how to integrate new technologies effectively.

Ultimately, while digital transformation offers promising solutions for improving financial and operational processes, its success depends on a company's ability to implement change thoughtfully. Those that strategically adopt AI and Big Data with a clear understanding of their specific needs and capabilities are more likely to achieve sustainable growth and long-term stability. Conversely, businesses that rush into digital transformation without adequate preparation may face unforeseen challenges that could undermine their financial performance and competitiveness.

The impact of the integration of new technologies on the financial growth and stability of companies, as well as their significance for

the company's financial security, has been studied by scientists all over the world, in particular S. Dutta, M. Hüther, R. Juoti, I. Paus, A. Rayaprolu, M. Shirer, M. Wolter, Sh. Xia and other, and was an research object of different international organizations like Institute der deutschen Wirtschaft, McKinsey, OECD, PwC, Salesforce, World Economic Forum and other, but in their research they mostly focus on the positive impact of such tools and consider it in various individual contexts. Given the relative novelty of this phenomenon, there is currently no comprehensive assessment of the impact of the industry in which a company operates, the chosen business model and digital tools on the financial growth of companies and their financial security. This study focuses on this issue.

Presentation of the main results of the study. First of all, it is necessary to find out why digital technologies are becoming so attractive to companies. Studies show that different areas of digitalisation have different attractiveness for companies, but the growth of investment in technology is significant. So, according to prognoses, the Big Data market for the banking sector could rise by the end of 2025 to 62,1 billion dollars [1], the global GDP could rise by 7 % in a 10-year period [2], and investments in AI itself are expected to amount to 304 billion dollars by 2028 at a compound annual growth rate [3]. At the same time research shows, that 79 % of customers need more digital and across departments interaction [4], and the use of Big Data in finance, therefore, can significantly accelerate the positive development of financial services and products, which in turn will lead to revenue growth. This also pushes companies to start investing in digital technologies. However, given the significant level of capital investment required, it is advisable to identify what determines the financial performance of companies in the context of digital technologies and whether they are really the driver of financial growth. Exactly this hypothesis forms the basis of this study.

In order to verify this hypothesis, it is advisable to study the problem in two contexts: the dependence of growth prospects on the business model and the field of the company's activities chosen by

the company, as well as the actual impact of new technologies on the internal environment and financial security of the company.

Dependence on the chosen business model and field of activity.

Studies have shown that the effectiveness of digital technologies depends on the business model chosen by a company, and the introduction of such technologies for different business models will have different consequences for the internal environment of the company, in particular for the staff. Thus, if the key aspect in building a business model is the interaction between the consumer and the corporation, the following four business models can be identified in which digitalisation will have a certain impact: Business-to-Business (B2B), Business-to-Consumer (B2C), Consumer-to-Business (C2B) and Consumer-to-Consumer (C2C) [5]. The implementation of digital tools within various business models significantly impacts efficiency and workforce dynamics (Fig. 1.).

In the B2B sector, Industry 4.0 plays a central role, promoting digital communication between machines to enhance industrial processes. This leads to improved automation and appearance of new business models that integrate digital services with industrial products [6]. However, the challenge lies in companies' ability to extract valuable insights from established process chains, requiring substantial resources for data management [7]. Positive effect of digitalisation in this case is very high.

In contrast, B2C companies, particularly major tech companies, have successfully scaled their digital services globally, capitalizing on platform-driven network effects. These companies provide consumers with cost-saving benefits through online platforms, leveraging data-driven efficiencies. However, their position at key digital nodes makes them vulnerable to competition and shifts in monetization strategies [8]. The positive effect of digitalisation is expected and likely.

The C2B interface, dominated by Big Data, sees companies acquiring customer data in exchange for services. Often, consumers provide this data unknowingly or without full awareness of its implications. Businesses utilize these insights to refine real-time

operations and explore new revenue streams. However, this dynamic presents ethical concerns regarding privacy and data security [9]. The positive effect of digitalisation is very limited.

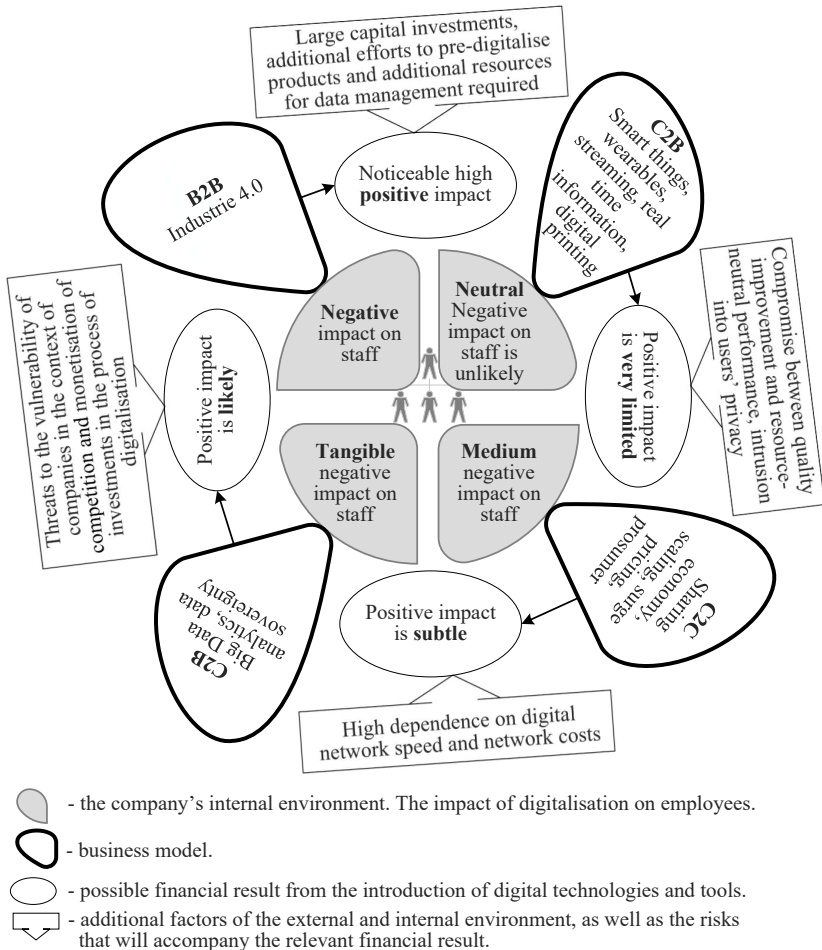


Fig. 1. Dependence of the effectiveness of digital technologies implementation in a corporation on the chosen business model and their consequences for the staff

Source: authors' elaboration

The C2C market, driven by the rise of the sharing economy, transforms consumers into potential providers of goods and services, facilitated by digital platforms. These platforms lower transaction costs and enable seamless connectivity, but also disrupt traditional employment structures, leading to shifts in workforce organization [7]. The positive effect of digitalisation is almost imperceptible.

There are also a number of other dependencies. In particular, the more developed the territory, the greater the effect of digitalisation, and it is also significantly higher in communities with a higher concentration of urban population than rural [10]. Structural differences are also evidenced by the data on the adoption of certain digital tools by industry. For example, according to IDC research, investments in financial services, transport and mobility, and media and telecommunications have a significantly higher return on investment than, for example, in manufacturing, energy, healthcare, and education [11]. Another interesting fact is that those industries that use the most traditional approaches and are the most conservative, such as mining and manufacturing, invest the least in technology, while the financial impact of such investments in these industries can be greater than in others.

Thus, the financial impact of digitalisation will vary significantly between companies using different business models and operating in different industries. The impact of such innovations on the company's internal environment, including its staff, will also vary.

The varying impact of digital transformation on employment remains a debated issue. Initial fears of widespread job losses due to automation have been tempered by more nuanced analyses indicating that certain routine tasks may be streamlined while new roles emerge [12]. While automation enhances industrial efficiency, human workers remain crucial for tasks requiring adaptability and oversight. Even highly automated production systems struggle with unforeseen variations, highlighting the continued importance of human intervention.

From an employment perspective, the effects of digitalization differ across chosen business model. In B2B models, skilled labour remains

essential, as expertise cannot yet be fully replaced by AI, this means, that expected changes for the workers will have a negative effect. The C2B sector has minimal direct employment effects, while B2C has not exhibited significant job losses despite the dominance of digital platforms. The C2C sector, however, may contribute to a shift toward decentralized employment models, but in traditional way digitalisation will have almost no effect on workers [13].

Industry-specific outlooks on workforce changes also reveal significant variations. While sectors such as finance anticipate workforce reductions due to automation, industries like construction and hospitality expect stable employment levels [14]. This underscores the importance of continuous learning and upskilling, particularly as demographic shifts demand that older generations adapt to digital advancements. Current data suggests a stark contrast in digital proficiency across age groups, with younger employees significantly more adept at leveraging digital tools than their older counterparts [11; 12; 18].

Ultimately, digital transformation presents both opportunities and challenges for companies and their employees. Organizations must ensure a strategic, well-paced adoption of new technologies, balancing efficiency gains with the need for workforce adaptability. Investing in employee training and fostering a culture of lifelong learning will be critical in navigating the evolving digital landscape.

The introduction of digital technologies into the processes of staff interaction will also have a significant impact on employees. The integration of AI into workforce management can significantly enhance efficiency, particularly in evaluating employee performance. Many managers, especially in large organizations, struggle with objectively assessing staff productivity due to the complexity of workflows [15]. AI offers solutions by monitoring work hours, tasks, and overall efficiency, identifying bottlenecks, and optimizing workflows. However, while AI-based assessments provide a broad and data-driven perspective [16], they cannot fully capture the nuances of employee contributions. Over-reliance on automation can lead to misinterpretations of performance, neglecting interpersonal insights

that only direct human interactions can reveal. A hybrid approach, combining AI analytics with managerial evaluations, is necessary to maintain a well-rounded assessment system.

Excessive AI monitoring can also create stress among employees, as they may feel pressured to conform to AI-generated performance metrics rather than focusing on innovation and meaningful contributions. Studies have shown that productivity is more influenced by positive management attention, a sense of belonging, and improved working conditions than by strict oversight [17]. Moreover, replacing human workers with AI-based processes might lead to short-term cost savings but could later require costly reversals and additional investments.

The successful implementation of AI in the workplace depends on staff readiness. Surveys indicate that while a majority of employees are willing to work with AI, managers remain more hesitant [11; 18]. Readiness varies based on age and psychological adaptability, with senior employees often facing greater challenges in adapting to new technologies. This demographic shift could lead to skill gaps, loss of experience, and difficulties in workforce integration if not properly managed. To mitigate these risks, businesses should introduce AI adoption gradually and create intergenerational teams where younger, tech-savvy employees collaborate with experienced workers to balance expertise and innovation.

Additionally, companies should avoid excessive standardization through AI, which may erode their unique culture and employee loyalty. If businesses become too similar due to digital uniformity, employees may feel disconnected and move between jobs more easily, leading to higher turnover rates. The psychological impact of AI-driven work environments must be carefully managed to maintain employee engagement and prevent burnout.

While AI adoption can enhance productivity – studies suggest that 39 % of occasional users and 89 % of daily users report increased efficiency [18] – it also raises concerns. Employees may fear being perceived as unproductive if they do not use AI tools [18].

Furthermore, research on AI-assisted learning suggests that while short-term efficiency improves, long-term retention of knowledge may decline. If applied to a corporate setting, overdependence on AI could lead to skill degradation, reducing long-term workforce competence.

Therefore, organizations must strike a balance between AI-driven processes and traditional work methods. This equilibrium ensures both productivity and employee well-being, fostering an environment where AI enhances – rather than replaces – human expertise.

It should also be noted that whatever approach is chosen, digitalisation will require changes in staff skills and significant investments, including training or replacement of the same staff. For example, according to Axcethr, hiring one qualified specialist with an average salary of about 50,000 dollars per year, including their initial training, will cost a company about 25,000–33,000 dollars [19]. Research has also shown that companies rarely have the opportunity to invest in staff training, and therefore, improving digital skills often becomes a burden for staff [12]. There is also a shortage of skilled personnel with IT knowledge in the labour market. Small companies in depressed areas cannot actually find specialists with the necessary knowledge or are unable to pay for their work in accordance with their needs, and large companies, even with the necessary resources and access to the market of highly qualified employees, are also unable to meet their staffing needs. Despite all their capabilities and attractiveness for potential employees, about half of the vacant positions in the relevant field remain unfilled [14], and the share of those who need digital skills to some extent is constantly growing and at this stage it is close to 92 % [20]. At the same time, companies show that they are not ready, especially financially, for the necessary transformations [21]. That is why, based on a critical assessment of the potential opportunities offered by digital technologies for financial growth, the transformations, investments, and changes in the staff structure required for this, more and more companies are beginning to suspend active digitalisation processes. Studies have also shown that digital transformation is more appropriate and effective in terms of financial growth in

a stable environment. As the level of volatility increases, the risks for companies increase and this leads to a higher rate of abandonment of such decisions. For example, since the outbreak of the war in Ukraine, up to 22 % of German companies have postponed digitalisation processes [22]. This happened, in particular, not only because of the increased level of costs, associated with a sharp rise in prices, primarily for energy, but also the growing technical dangers.

The impact of new technologies on the internal environment and financial security of the company. As already mentioned, the use of digital tools can bring a significant increase in a companies financial performance, but the introduction of technology is also closely linked to risks and challenges to the financial security of the company. Globally, the main digital tools that a company can use to improve its efficiency and financial performance are Big Data and AI, and this combination is also necessary for creation of new customer-focused products with a high level of personalisation. To a large extent, they are combined in the company's practical activities. First of all, it is necessary to understand the essence of Big Data and its connection with AI in workflows.

The concept of Big Data originates from the term 'business intelligence', which was first defined by H. Luhn in 1958 as the capability to understand the relationships between presented facts in a way that facilitates decision-making toward a specific objective [23]. Over time, advancements in technology have led to modifications in this definition, and it continues to evolve [24].

Currently, Big Data serves as a broad term encompassing vast, continuously expanding, and complex volumes of structured, semi-structured, and unstructured data collected from various sources [25], where structured data is systematically arranged and can be easily analysed using conventional methods, such as financial records, transaction histories, or sales reports; semi-structured data lacks full organization and requires additional processing, it is commonly gathered from sources like social media, blogs, customer feedback, and product reviews; unstructured data is more disorganized and includes large volumes of video, audio, text, and other types of visual content.

To categorize Big Data effectively, D. Laney introduced the ‘3Vs of Big Data’, a model that remains relevant today but is often supplemented by additional criteria:

- volume – refers to the enormous scale of low-density, unstructured data, ranging from terabytes to petabytes;
- velocity – denotes the high speed at which data is generated and must be processed;
- variety – represents the diverse formats in which data exists [26].

To process and analyse these different data types effectively, Big Data analytics is utilized. However, before analysis can take place, the data must undergo proper preparation, as outlined in Fig. 2.

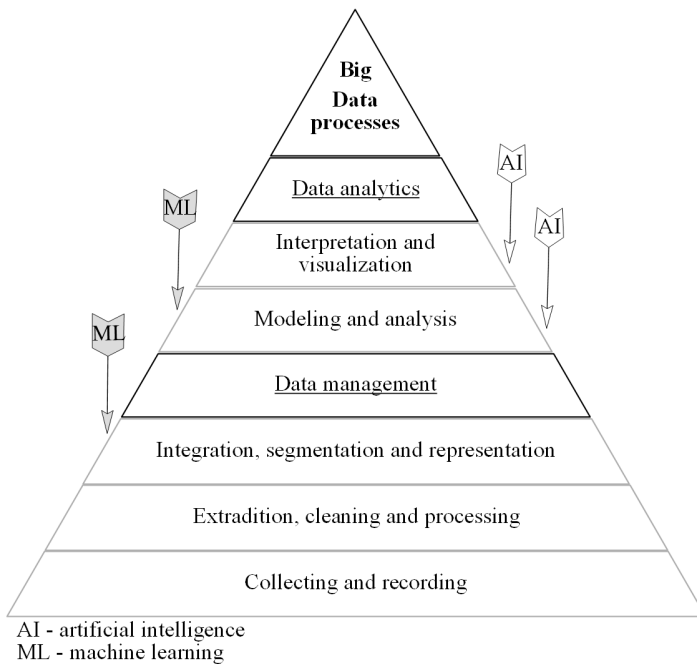


Fig. 2. Big Data processes, which include AI elements

Source: authors' elaboration

Big Data is closely linked to various challenges, primarily revolving around data preparation, processing, and analysis. Proper data preparation is crucial, as errors in this stage can significantly impact the accuracy of analytical results. Key steps include data extraction, cleaning, and integration, which involve eliminating inconsistencies, missing values, and duplicates to ensure a uniform dataset. Failure in these stages can lead to unreliable insights [27].

The final stage of Big Data analysis often involves data visualization through charts, figures, and summary tables, which, while not mandatory, enhance comprehension of trends and factor relationships.

The complexity of these processes often necessitates the involvement of advanced technologies such as machine learning and artificial intelligence.

In the business and financial sectors, Big Data analytics plays a crucial role in decision-making. It extracts relevant insights from vast amounts of raw data, assisting in financial market trend analysis, customer behaviour prediction, fraud detection, and risk management. With the rapid expansion of data in FinTech and finance, Big Data analytics has become essential for developing innovative solutions and optimizing decision-making processes. However, despite the undeniable benefits, the use of these digital tools is accompanied by certain challenges, as is the case with any process. Therefore, in order to maximise the benefits and minimise the negative consequences, it is necessary to assess the main risks that accompany the process of digital transformation in companies.

As already mentioned, one of the main challenges is ensuring the proper data quality. Data can both help a company grow and collecting of false data and drawing conclusions based on it will have a negative impact on the company, in particular, such management decisions can even lead to the company's bankruptcy. This threat is particularly common for fast-growing start-ups, especially in the financial sector. Errors can also arise by analysis of a large amount of disparate data and attempts to combine them. In this case, an incorrect combination

of conclusions, loss of interdependence, or data errors can lead to incorrect or even destructive decisions for the company instead of increasing its competitiveness and helping it grow faster in the new market conditions.

Errors can also occur if a company relies too much on data-driven management without additional human oversight or analysis. So, according to the data of the Data Sentinel up to 85 % of AI projects may deliver erroneous outcomes because of biases in data, algorithms, or the teams managing them [28]. Positive is that research shows that managers understand the need for flexibility and not just a formalised data-driven approach to decision-making [29].

This only confirms that rapid expansion of data-driven governance, combined with minimal human oversight, poses significant risks to decision-making. While the demand for innovative products is increasing, startups, often willing to take risks, dominate this space [30]. However, their experimental approach can result in customer churn, data leaks, and unethical marketing strategies. Even large traditional financial institutions, such as Deutsche Bank and Commerzbank, have struggled to keep up with this digital transformation, leading to customer losses without viable restructuring solutions [31].

The digital finance sector, particularly in countries classified as countries in the state of instability is growing rapidly due to minimal regulatory control, creating opportunities for both innovation and financial crime. These regions often attract fraudulent operations, including shell companies and illegal data trading, exploiting weak oversight mechanisms [32]. In addition, the digital management systems of companies, especially financial ones, in such countries potentially become attractive to criminals and fraudsters, especially those who target Big Data. That's why the cybersecurity sector has outpaced FinTech in growth, highlighting the increasing need for protection against cyber threats [33]. But even this growth is not enough at the current stage because despite efforts to enhance cyber resilience, small and medium enterprises remain vulnerable, with only 25 % having cyber insurance; worrisome is also the fact, that about

41 % of organizations experiencing security breaches through third-party suppliers [21; 34]. All this only confirms the increased danger for most companies, since even if the company itself had sufficient capabilities and capacity to implement cybersecurity measures, it cannot be sure of the security of those companies that work directly with it and influence its internal environment.

AI has further complicated the cybersecurity landscape. With the AI market expected to grow 13x in the next eight years, security challenges are intensifying [35]. Cases such as Microsoft's 38 TB data leak and deepfake-enabled fraud demonstrate AI's potential for exploitation [36; 37]. And this is not the single case among giant companies. For example, in February 2024, Change Healthcare, a technology unit of UnitedHealth, experienced a cyberattack that compromised the personal information of approximately 100 million individuals. The breach disrupted claims processing nationwide and exposed sensitive data, including health insurance member IDs and Social Security numbers [38]. A prime example of the vulnerability of companies is also the attack by a group of hackers associated with the Scattered Spider group on Snowflake Inc. that resulted in access to more than 100 customer accounts and personal information, which had deep destructive consequences for a number of companies, including AT&T and Ticketmaster [39]. Additionally, 77 % of companies have reported breaches linked to AI vulnerabilities, emphasizing the urgent need for regulatory frameworks to mitigate these risks [40] for all kinds of companies. In the case of small companies, the situation is even more threatening.

Despite concerns about overregulation in FinTech and technology branche in general, there are few comprehensive legal frameworks governing the industry. The EU's General Data Protection Regulation remains one of the only detailed regulatory structures addressing data management [41], while other countries rely on fragmented privacy laws. The lack of clear regulations complicates accountability, legal classification, and enforcement, allowing loopholes that criminals can exploit [42]. Also, for companies operating in the global market

or having ties with foreign companies, significant gaps in legislation and approaches to regulating the handling of Big Data, digital tools, etc. often make it impossible to fully assess the risks that arise, and it becomes difficult to comply with standards and adapt to them, launching their own products in new markets or opening structural units in other countries. The need to constantly modify own processes and approaches to handling Big Data leads not only to the loss of some data and management gaps, but also to the loss of some of the benefits of some solutions in the process of adaptation, i. e., the attractiveness and competitiveness of the product decreases.

That's why call for a global regulatory framework is growing, as inconsistent regulations across jurisdictions create vulnerabilities. Startups and corporations struggle to comply with conflicting laws, which may lead to further cyber risks.

That's why a unified regulatory body would slow innovation but ensure a more stable and predictable market, minimizing financial disruptions and enhancing global financial security. Standardized compliance rules would also help level the playing field, reducing the attractiveness of countries in the state of instability for financial fraud and creating a fairer business environment. However, such regulation must be flexible to account for national differences in economic conditions, public behaviour, and technological adoption rates.

Conclusions. Based on the findings of the above, the hypothesis underlying this study has been partially proven. Digital technologies, AI, Big Data do indeed make a significant contribution to improving the financial efficiency of companies both in terms of optimising their own production and management processes, saving resources, and in terms of better matching market conditions, consumer needs, and increasing the competitiveness of the company's product. However, this is only true in a stable external environment, as well as in a comprehensive and balanced approach, implementation of appropriate solutions in the context of the company's stability and maturity, and the ability to control the security of partner companies that have a significant impact on the company's production processes.

In a situation of instability, the implementation of digital technologies may pose more threats than benefits. Also, the effectiveness of such solutions depends heavily on the business model chosen by the company and the industry or field in which it operates, as well as the territory from which it originates. Therefore, the decision to introduce digital technologies in a particular company may not always have the expected financial result. Given the significant cost of implementation of digital solutions, as well as the impact on staff, to achieve a positive effect is required before making a decision to do a comprehensive assessment of the feasibility and readiness of the company.

Digital transformation should be a comprehensive process and consist of a strategy for implementing digital tools in management decisions, balancing the potential of existing staff with the necessary new digital skills to ensure the proper balance between skills and abilities, as well as to maintain a comfortable working environment.

Developing a system for monitoring and ensuring financial and cyber security, as well as enhancing staff skills and knowledge in such security, are critical and often exceed the need for digitalisation itself. Exactly on this stage of digitalisation the most significant gaps occur, creating obstacles to the financial security of companies and their financial growth. A comprehensive assessment of companies' readiness for active digitalisation should also include an assessment of cybersecurity. It is also critical for global companies or those that depend on foreign suppliers or markets to gradually develop clear and consistent global legislation and standards. Without this step, most of the efforts of such companies are ineffective, and the companies themselves are forced to bear either additional risks or costs, and often both at the same time.

Thus, the process of digitalisation is a rather complicated and complex phenomenon, which nevertheless contributes significantly to the financial growth of companies. However, to ensure global financial security not only for companies, but also for industries and the economy as a whole a comprehensive and balanced approach by companies and governments is needed.

List of references

1. Rayaprolu A. 25 + Impressive BD Statistics for 2024. *TechJury*. URL: <https://techjury.net/blog/big-data-statistics/> (Last accessed: 03.04.2025).
2. Generative AI Could Raise Global GDP by 7 %. *Goldman Sachs*. URL: <https://www.goldmansachs.com/intelligence/pages/generative-ai-could-raise-global-gdp-by-7-percent.html> (Last accessed: 03.04.2025).
3. Shirer M. Worldwide Spending on Artificial Intelligence Forecast to Reach \$632 Billion in 2028, According to a New IDC Spending Guide. *IDC*. URL: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS52530724#:~:text=Worldwide%20Spending%20on%20Artificial%20Intelligence,a%20New%20IDC%20Spending%20Guide> (Last accessed: 03.04.2025).
4. What Are Customer Expectations, and How Have They Changed? *Salesforce*. URL: <https://www.salesforce.com/resources/articles/customer-expectations/?sfmc-redirect=369> (Last accessed: 03.04.2025).
5. Ecommerce Business Models: B2B, B2C, C2B, and C2C Explained. *Helix Solutions*. URL: <https://helix-solutions.ai/b2b/breaking-down-b2b-b2c-c2b-c2c-in-ecommerce/> (Last accessed: 03.04.2025).
6. Hüther M. Digitalisierung: Motor im Strukturwandel – Herausforderung für die Wirtschaftspolitik, in: *ORDO. Jahrbuch für die Ordnung von Wirtschaft und Gesellschaft*. 2018. 68. Jg., H. 1. P. 179–216.
7. DEMAND Projekt. URL: <https://www.demand-projekt.de/> (Last accessed: 03.04.2025).
8. Industry as a growth engine in the global economy. Final Report. *Cologne: IW Consult GmbH, Institut der deutschen Wirtschaft Köln*. 2013. 162 p.
9. Goecke H. Big Data in Wirtschaft und Wissenschaft. *IW-Analyse*. 2019. № 130. URL: <https://www.iwkoeln.de/studien/iw-analysen/beitrag/barbara-engels-henry-goecke-big-data-in-wirtschaft-und-wissenschaft.html> (Last accessed: 03.04.2025).

10. Digital-Atlas Deutschland. *IW Consult Data. Insights. Future.* URL: <https://www.iwconsult.de/en/projects/digital-atlas/> (Last accessed: 03.04.2025).

11. Juoti R., Schubmehl D. 2024 Business Opportunity of AI. Generative AI Delivering New Business Value and Increasing ROI. *IDC.* URL: <https://clouddamcdnprodep.azureedge.net/gdc/gdcfXNT6/original> (Last accessed: 03.04.2025).

12. Global study finds that 56 % of employees lack the digital skills they need for jobs in the future / Paus I. et al. *Vodafone Institute for Society and Communications.* URL: <https://www.vodafone-institut.de/en/publication/global-study-finds-that-56-of-employees-lack-the-digital-skills-they-need-for-jobs-in-the-future/> (Last accessed: 03.04.2025).

13. Alphabet Announces Third Quarter 2019 Results. *Alphabet Inc.* URL: https://abc.xyz/investor/static/pdf/2019Q3_alphabet_earnings_release.pdf?cache=d41c776 (Last accessed: 03.04.2025).

14. Wirtschaft 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Ökonomie: Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IABQualifikations- und Berufsfeldprojektionen / Wolter M. et al. *Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.* URL: <https://doku.iab.de/forschungsbericht/2016/fb1316.pdf> (Last accessed: 03.04.2025).

15. The Role of AI in HR for Global Organizations. DEEL. URL: https://deel-website-media-prod.s3.amazonaws.com/The_role_of_AI_in_HR_for_Global_Organizations_d1d667a533.pdf?utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz-IvINXnPOHdGlrRPKwWpjP8aY1B_1A5mopeuO9CquCB7FlX2Si2cmlEwP6XIIrBCxlJaKoA-Id5ybQ1ouGsH1aJgk5dlken76OBgQxheF0Uc-GMSA&_hsmi=323195531&utm_content=323195531&utm_source=hs_automation (Last accessed: 03.04.2025).

16. AI in HR: Position Your Organization for Success. *Gartner.* URL: <https://www.gartner.com/en/human-resources/topics/artificial-intelligence-in-hr> (Last accessed: 03.04.2025).

17. Mayo E. The basis of industrial psychology. *Bulletin of the Taylor Society.* 1924. 9. P. 249–259.

18. Research report 2024: The State of AI at Work. *Asana Work Innovation Lab / Anthropic*. URL: https://assets.asana.biz/m/25388d9dbeadd06e/original/FY25_Q2_State-of-AI-at-Work-Anthropic.pdf (Last accessed: 03.04.2025).

19. Coleman J. The True Cost of Firing an Employee. *Axcrt HR Solutions*. URL: <https://blog.axcethr.com/the-true-cost-of-firing-an-employee/> (Last accessed: 03.04.2025).

20. New Report: 92 % of Jobs Require Digital Skills, One-Third of Workers Have Low or No Digital Skills Due to Historic Underinvestment, Structural Inequities. *National Skills Coalition*. URL: <https://nationalskillscoalition.org/news/press-releases/new-report-92-of-jobs-require-digital-skills-one-third-of-workers-have-low-or-no-digital-skills-due-to-historic-underinvestment-structural-inequities/> (Last accessed: 03.04.2025).

21. Global Cybersecurity Outlook 2024. *World Economic Forum*. URL: <https://www.weforum.org/publications/global-cybersecurity-outlook-2024/> (Last accessed: 03.04.2025).

22. Lagebild im industriellen Mittelstand, BDI-Blitzlicht im Frühsommer 2023. *Bundesverband der Deutschen Industrie*. URL: <https://bdi.eu/publikation/news/umfrage-lagebild-im-industriellen-mittelstand-2023> (Last accessed: 03.04.2025).

23. Luhn H. A. Business Intelligence System. *IBM Journal of Research and Development*. 1958. 2 (4). P. 314–319.

24. Tiao Sh. What Is BD? *Oracle*. URL: <https://www.oracle.com/big-data/what-is-big-data/> (Last accessed: 03.04.2025).

25. Schroer A. Big Data: What It Is and Why It's Important. *BuiltIn*. URL: <https://builtin.com/articles/big-data> (Last accessed: 03.04.2025).

26. Laney D. 3D data management: controlling data volume, velocity, and variety. *Application Delivery Strategies by META Group Inc*. 2001. Research Note 6.

27. Tkalych D. BDA in Finance: Navigating Data for Financial Success. *Dataforest*. URL: <https://dataforest.ai/blog/introduction-to-big-data-analytics-in-finance> (Last accessed: 03.04.2025).

28. Gonzales M. The corporate risks of artificial intelligence. *Data Sentinel*. URL: <https://www.data-sentinel.com/resources/>

the-corporate-risk-of-artificial-intelligence?utm_source=chatgpt.com (Last accessed: 03.04.2025).

29. The Dark Side of Data-Driven Decision Making: Understanding the Limitations. *Ciohub*. URL: https://ciohub.org/post/2024/04/the-dark-side-of-data-driven-decision-making/?utm_source=chatgpt.com (Last accessed: 03.04.2025).

30. DeNovo Q2 2016 FinTech ReCap and Funding ReView. The un(der)banked is FinTech's largest opportunity. *PricewaterhouseCoopers*. URL: <https://www.scribd.com/document/320030709/DeNovo-Quarterly-Q2-2016> (Last accessed: 03.04.2025).

31. Schneider P. Fusion: Commerzbank-Kunden überzeugen als Deutsche-Bank-Kunden. *WirtschaftsWoche*. URL: <https://www.wiwo.de/unternehmen/banken/brandindex-fusion-commerzbank-kunden-ueberzeugter-als-deutsche-bank-kunden/24164234.html> (Last accessed: 03.04.2025).

32. Jain A. K. Corruption: A Review. *Journal of Economic Surveys*. 2001. № 15. P. 71–121.

33. OECD Economic Outlook, Interim Report September 2023: Confronting Inflation and Low Growth. *Organisation for Economic Co-operation and Development*. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/1f628002-en/index.html?itemId=/content/publication/1f628002-en> (Last accessed: 03.04.2025).

34. Cyentia Institute and SecurityScorecard Research Report: Close Encounters of the Third (and Fourth) Party Kind. *SecurityScorecard*. URL: <https://securityscorecard.com/research/cyentia-close-encounters-of-the-third-and-fourth-party-kind/> (Last accessed: 03.04.2025).

35. Howarth J. 54 NEW Artificial Intelligence Statistics (March 2025). *Exploding Topics*. URL: <https://explodingtopics.com/blog/ai-statistics> (Last accessed: 03.04.2025).

36. Ben-Sasson H., Greenberg R. 38TB of data accidentally exposed by Microsoft AI researchers. *WIZ*. URL: <https://www.wiz.io/blog/38-terabytes-of-private-data-accidentally-exposed-by-microsoft-ai-researchers> (Last accessed: 03.04.2025).

37. Kodesh S. When MFA Isn't Actually MFA. *Retool*. URL: <https://retool.com/blog/mfa-isnt-mfa> (Last accessed: 03.04.2025).

38. Hack at UnitedHealth's tech unit impacted 100 mln people, US health dept says. *Reuters*. URL: https://www.reuters.com/technology/cybersecurity/hack-unitedhealths-tech-unit-impacted-100-mln-people-2024-10-24/?utm_source=chatgpt.com (Last accessed: 03.04.2025).

39. Zurier S. MDR Provider Says Snowflake-linked AT&T Breach Shows Even Giant Companies at Risk. *MSSPAlert*. URL: <https://www.msspalert.com/news/mdr-provider-says-snowflake-linked-att-breach-shows-even-giant-companies-at-risk> (Last accessed: 03.04.2025).

40. AI threat landscape report. *HiddenLayer*. 2024. 43 p.

41. Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 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). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02016R0679-20160504&qid=1532348683434> (Last accessed: 03.04.2025).

42. Zadvornyykh S. Ersatz traditionellen Währungen durch Cyber-Währung und Blockchain als Hauptfinanztechnologie der Zukunft – Bedarfe, Möglichkeiten und Gefahren. *Economic and Legal Principles of Economic Growth in the Post-Crisis Period: Monograph* / Ed. by Doctor of Economics Sciences, Prof. Pasichnyk Yu. Shioda GmbH, Steyr, Austria, 2021. P. 97–113.

РОЗДІЛ 3.

Цифрові технології в бізнесі та управлінні: сучасні тенденції

ДАШКО Ірина Миколаївна,

д.е.н., професор, професор кафедри
управління персоналом і маркетингу,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5784-4237>

БЕХТЕР Лілія Анатоліївна,

к.е.н., доцент, доцент кафедри
управління персоналом і маркетингу,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9931-9780>

МХОЯН Гоар Аругюнівна,

здобувачка ОР «бакалавр», спеціальності 075 Маркетинг,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна

3.1. РОЗВИТОК ТА ПРОСУВАННЯ УКРАЇНСЬКИХ БРЕНДІВ У СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ ПІД ЧАС ПАНДЕМІЇ

Вступ. Пандемія COVID-19 суттєво змінила економічну та соціальну реальність у всьому світі, не оминувши і Україну. Обмеження фізичних контактів, локдауни, закриття магазинів та скорочення офлайн-діяльності змусили бізнес оперативно шукати нові шляхи взаємодії з клієнтами. У цих умовах соціальні мережі стали

не просто майданчиком для реклами, а справжнім інструментом виживання й розвитку брендів. Саме під час пандемії спостерігалося активне зростання онлайн-комунікацій та перехід багатьох українських компаній у цифровий простір.

Особливу увагу заслуговує досвід українських брендів, які, попри складні економічні обставини, змогли не лише зберегти свою аудиторію, а й розширити її завдяки креативному підходу до просування у соціальних мережах. Пандемія стала своєрідним каталізатором цифрової трансформації малого та середнього бізнесу, а також стимулом для активізації присутності в Instagram, Facebook, TikTok та інших онлайн-платформах.

Виклад основних результатів дослідження. Соціальні медіа назавжди змінили методи та способи ведення бізнесу. Комунікація з клієнтами та їх залучення на індивідуальному рівні посідають одне з провідних принципів роботи компаній незалежно від їх річного обороту, термінів існування та кількості працівників. Клієнти прагнуть отримувати зворотний зв'язок на свій запит без затримки і переважно вибирають компанію, яка зреагувала швидше. Одним з основних інструментів маркетингу в соціальних медіа є SMM, що з англійської розшифровується як social media marketing та означає «маркетинг у соціальних медіа». В умовах українського ринку, який знаходиться лише на стадії активного розвитку, даний інструмент відносять до нестандартних, але дуже перспективних.

Результати досліджень, які провела вебстудія Businesssecite, підтверджують наступні факти:

- близько 8 годин на тиждень середньостатистичний користувач витрачає на соціальні мережі;
- 20 % усіх користувачів переважно користуються соціальними мережами для отримання інформації;
- станом на початок 2025 року кількість користувачів Facebook в Україні становила 20,6 мільйона, що дорівнює приблизно 47,6 % усього населення країни. Більшість користувачів – жінки (58,7 %), а найчисленніша вікова група – 25–34 роки. Для порівняння, кількість користувачів Instagram в Україні становила

16 мільйонів (основна аудиторія: особи віком від 18 до 35 років), а TikTok – 11 мільйонів (основна аудиторія: особи віком від 18 до 34 років). Ці дані свідчать про те, що Facebook залишається однією з найпопулярніших соціальних мереж в Україні, що робить його важливим каналом для розвитку та просування брендів у цифровому середовищі;

- понад 70 % користувачів ведуть комунікацію з брендами саме за допомогою конкурсів, опитування та обговорень [1–2].

У загальному значенні SMM – це просування товарів та послуг у соціальних мережах. Основним завданням даного інструменту є приваблення відвідувачів на сайт через соціальні мережі, групи, блоги, щоденники та форуми. Усі перераховані платформи – сучасний спосіб для взаємодії із цільовою аудиторією на онлай-ринку. SMM-технології допомагають підвищити впізнаваність бренду, зацікавити онлайн – користувачів у продукті та допомагають підтримувати зв'язок з існуючими та потенційними клієнтами.

Із позиції роботи сайту, його технічних характеристик SMM можна розглядати як метод залучення потоку (трафіку) користувачів на сайт, що рухається без залучення пошукових систем.

Експерти вважають, що SMM є похідним від SEO і на межі 2000-х років почав відокремлюватися в окремий напрям, що спровокувало створення та активний розвиток соціальних мереж, наприклад Facebook. Сьогодні ми спостерігаємо стрімкий розвиток даного напрямку, багато вільної інформації, додатки для самостійного налаштування та керування процесом, чатботи та збільшення кількості агенцій, а також фрілансерів, що пропонують свої послуги у сфері SMM.

Технології вдосконалюються кожного дня, не стоять на місці й методики та способи оперування інформацією, а особливо в досліджуваному напрямі, який сьогодні є одним із найвдаліших для контакту зі споживачами.

На початок 2025 року виділяють дуже багато трендів, які неможливо обійти, щоб досягти успіху. Вимоги та очікування

аудиторії дуже високі, звичайні фото чи відео публікації вже не викликають інтересу, користувачі очікують особливого ставлення, цікавого формату подання інформації, інформаційності та корисності від публікацій, на які витрачено час, зокрема це:

- підвищення рівня цифрової етики;
- розвиток технології Screen Life;
- акцент на сучасний формат реклами;
- збільшення популярності аудіоформату в соціальних мережах;
- жива комунікація зі споживачем;
- сміливість у контенті;
- еволюція соціальних мереж;
- розвиток сторінок та профілів для старшого покоління;
- руйнування стереотипів;
- відмова від погоні за «хайпом»;
- пошук нових перспективних амбасадорів.

В окрему категорію можна віднести більш практичні засоби, які є й продовжують бути трендами у сфері SMM. У продовження живої комунікації зі споживачем усе більшої популярності набувають Stories, або «Історії». Такий формат комунікації – це заклик до дій тут і зараз, оскільки вони можуть бути доступні лише протягом певного часу. Популярність такого інструменту веде до того, що в майбутньому прямі ефіри та відеостріми стануть найзручнішим способом комунікації.

Наступний інструмент – Streaming, або трансляція з місця подій у реальному часі без монтажу. Статистичні дані свідчать про те, що 85 % користувачів Facebook надають перевагу дивитися «стріми» замість телевізійних передач. Така популярність пов'язана з тим, що користувач бачить щирі емоції та має можливість самостійно робити висновки з тих матеріалів, які побачив. Особистий контакт власника бізнесу, або «особистий бренд», усе більше набирає популярності. Це надає бізнесу людської особистості, робить його більш зрозумілим та формує довірливе ставлення. Головною умовою успіху такого інструменту є відсутність протиріч поглядів особистої сторінки власника з бізнес-сторінкою.

Зростання популярності Micro Influencers сторінки, які мають 50–100 тис. підписників, можуть запропонувати більш живу аудиторію та нижчу ціну на свої послуги. Користувачі розуміють, що блогер, у якого мільйон підписників, рекламує продукцію за матеріальною вигодою. Ще однією причиною є те, що зростає кількість бізнес-профілів і на початку розвитку економічно не доцільно купувати рекламу у відомого блогера.

Звичайні публікації, жарти, картинки чи відеоролики не викликають такої зацікавленості, як інтерактивний контент. Користувач хоче приймати участь у процесі, бути активним, таким чином, популярності набувають опитування, вікторини та Giveaway, які прийшли на зміну накрутці лайків та підписників. Сторінка отримує активну аудиторію та має час зацікавити підписників протягом проведення конкурсу, тоді як користувачі отримують подарунків за свою активність. Такий контент є вірусним, що призводить тільки до зростання його популярності.

Під час купівлі товару через мережу Інтернет майже 80 % користувачів переглядають відеоогляди та розпаковки продукції, це формує довірливе ставлення, оскільки клієнти будуть розповідати лише про якісний та перевірений товар.

Візуальна індивідуальність – наступний тренд на найближчі роки. Перше, що бачать користувачі на сторінці, – це оформлення, дизайн, кольорові фільтри. Вони допомагають привести профіль до єдиного смислового та композиційного стилю, у цьому можуть допомогти такі програми, як Lightroom, Polarr і Photoshop Fix.

Ще одним трендом в SMM є лонгріди, що означає «довга публікація». Користувачі знову почали читати інформаційні публікації, якщо вони цікаві, то великий обсяг не відлякує. Для того щоб зрозуміти, чи підходить такий формат публікацій, необхідно додавати їх у контент та відслідковувати активність.

Наступний дуже зручний та корисний інструмент – це чат-боти. Це програма, основне завдання якої – виконувати функції співрозмовника. Чат-бот може відповідати на найпопулярніші програми або пропонувати підібрати товари чи послугу за запитом.

Тенденція така, що чат-боти в майбутньому можуть зовсім замінити фізичних операторів.

Станом на початок 2025 року, точна кількість чат-ботів в Україні та Європі не визначена через відсутність централізованої статистики, однак, доступні дані свідчать про значне зростання їх використання в обох регіонах.

Так, в Україні налічується 28 компаній, що спеціалізуються на розробці чат-ботів, серед яких BotsCrew, MyClient та Leeloo. Ai [3].

Набирає активно популярності AI-чат-боти: згідно з даними Statcounter, ChatGPT займає 91,31 % ринку AI-чат-ботів в Україні, за ним слідує Google Gemini (3,58 %) та Microsoft Copilot (2,28 %) [4].

Європа займає 25,34 % світового ринку чат-ботів, поступаючись лише Північній Америці та Азійсько-Тихоокеанському регіону.

Популярність AI-чат-ботів у Європі наступна: ChatGPT лідирує з 84,71 % ринку, а за ним слідує Microsoft Copilot (7,6 %) та Perplexity (5,14 %) [6].

Ці дані свідчать про активне впровадження чат-ботів в Україні та Європі, що робить їх важливими інструментами для бізнесу та комунікації з клієнтами.

Загалом усе більшої популярності набуває така функція, як доповнена реальність. Початком такого тренду стали маски, фільтри та різні об'єкти, але експерти зрозуміли, що таку функцію можна використовувати для просування свого товару. Наприклад, віртуально приміряти сукню чи встановлювати меблі в кімнату.

У період з 2023 по 2025 роки соціальні мережі в Україні та Європі зазнали значних змін, що вплинуло на стратегії просування брендів. Незважаючи на різний рівень розвитку ринків, спостерігається конвергенція трендів у сфері SMM, зумовлена глобалізацією та уніфікацією очікувань споживачів.

Основні тренди SMM в Україні та Європі, що прослідковуються за 2023–2025 роки наступні:

1. Інтеграція штучного інтелекту (AI).

Штучний інтелект став невід'ємною частиною SMM-стратегій. Платформи, такі як Instagram, Facebook та TikTok, активно

впроваджують AI для персоналізації контенту, покращення таргетингу та автоматизації створення матеріалів. Інструменти на кшталт Meta AI та TikTok Symphony допомагають брендам генерувати креативний контент, адаптований до потреб аудиторії [7].

2. Зростання ролі контенту, створеного користувачами.

Контент, створений користувачами (UGC), працівниками компаній (EGC) та інфлюенсерами (IGC), набуває все більшого значення. Такий контент сприяє підвищенню довіри до бренду та залученню нових клієнтів.

3. Кросплатформені стратегії.

Бренди переходять від простого дублювання контенту на різних платформах до створення унікального контенту, адаптованого до специфіки кожної соціальної мережі. Це дозволяє ефективніше взаємодіяти з різними сегментами аудиторії.

4. Відеоконтент і короткі формати.

Короткі відео залишаються домінуючим форматом у соціальних мережах. Платформи, такі як TikTok, Instagram Reels та YouTube Shorts, забезпечують високу залученість аудиторії та сприяють вірусному поширенню контенту [8].

5. Гейміфікація та інтерактивність.

Використання ігрових механік у SMM-кампаніях сприяє підвищенню залученості користувачів, формуванню лояльності до бренду та збору цінних даних про споживачів [9].

Незважаючи на відмінності у розвитку цифрових ринків України та Європи, спостерігається уніфікація SMM-трендів – це зумовлено глобалізацією, широким доступом до цифрових технологій та схожими очікуваннями споживачів щодо взаємодії з брендами. Бренди, які адаптують свої стратегії до цих глобальних тенденцій, отримують конкурентні переваги на ринку.

Таким чином, у 2023–2025 роках спостерігається активне впровадження інноваційних інструментів у сфері SMM як в Україні, так і в Європі. Бренди, що швидко адаптуються до змін та впроваджують сучасні стратегії, мають більше шансів на успіх у цифровому середовищі.

Загалом основною тенденцією в SMM, яка активно прослідковується з 2020 року, є гуманізація методів роботи. Користувач, який цінує свій час та віддає перевагу прозорості в бізнесі, купує лише те, чому довіряє. Компанії, які хочуть зацікавити цільову аудиторію, повинні задовольняти її вимоги, використовувати релевантний контент та інтерактивний формат подання інформації. Під час побудови SMM-стратегії доцільно брати до роботи ті тренди, які принесуть беззаперечний успіх та фінансову винагороду.

Для досягнення обраної стратегії сьогодні компанії мають безліч програм, додатків та сервісів, які допомагають контролювати роботу соціальної мережі, створювати оригінальні інтерактивні публікації, працювати над стилістичним оформленням сторінки, робити контент-план та ін. Усі інструменти можна класифікувати за їх призначенням.

Під час дослідження цього питання було вибрано 10 основних помічників SMM-спеціаліста за їх основною функцією, вони полегшують роботу всієї команди та дають змогу організувати процес від самого початку SMM-робіт до моменту отримання зворотного зв'язку (табл. 1).

Таблиця 1

Основні інструменти SMM-спеціаліста

№	Інструмент	Опис
1	2	3
1	Мейндмепи	Інструмент, який допомагає наглядно показати, публікації якого характеру та в якому порядку підприємство планує розміщувати у себе на сторінці. Створити таку карту можна за допомогою сервісів Drichard, Simple Mind (найпростіший), iThoughts (містить більший обсяг функцій) або Mindjet, який можна синхронізувати з Outlook чи Excel.

Продовження таблиці 1

1	2	3
2	Сервіси для збору даних та їх оптимізації	Статистика дає змогу визначити, які заходи є неефективними, й у цілому показати динаміку розвитку профілю. До таких сервісів можна віднести Bitly, один із найбільших ресурсів для скорочення посилань, також його можна використовувати для генерування статистики щодо переходів за згенерованими посиланнями. JagaJam – ресурс, який дає змогу отримати широкий спектр інформації, оцінити контент, порівняти між собою дві сторінки за певними параметрами, а також визначити активність аудиторії та, наприклад, Popsters, який дає змогу визначити найкращі публікації, сортуючи їх за кількістю репостів та вподобань.
3	Сервіси з онлайн – дизайну	Візуальне оформлення дуже важливе. Коли потрібно швидко відредагувати картинку за відсутності дизайнера, можна скористатися Pixlr.
4	Сервіси для генерування переможців у конкурсах	Серед найпопулярніших виділяють Randompromo, Randstuff чи Fanpagekarma. Такі ресурси використовують разом, оскільки кожен виконує окрему функцію: – генерує список учасників; – присвоює їм порядкові номери; – вибирає переможця
5	Сервіси для відкладених постингів та публікацій	Просування у соціальних мережах відбувається безпосередньо за допомогою публікацій і постів. Ці сервіси допоможуть зробити це ефективно: Buffer дає змогу якісно оперувати планом публікацій, а IFTTT автоматизує взаємодію публікацій за допомогою скриптів та BuzzLike.
6	Інструменти для просування Instagram	Найпопулярнішими є 1mlnlks и Tooligram, вони обидва платні, але Tooligram є простішим та більш безпечний за масової підписки.

Джерело: систематизовано авторами на основі [1–9]

Мейндмепи – Інструмент, який допомагає наглядно показати, публікації якого характеру та в якому порядку підприємство планує розміщувати у себе на сторінці. Створити таку карту можна за допомогою сервісів Drichard, Simple Mind (найпростіший), iThoughts (містить більший обсяг функцій) або Mindjet, який можна синхронізувати з Outlook чи Excel.

Сервіси для збору даних та їх оптимізації – статистика дає змогу визначити, які заходи є неефективними, й у цілому показати динаміку розвитку профілю. До таких сервісів можна віднести Bitly, один із найбільших ресурсів для скорочення посилань, також його можна використовувати для генерування статистики щодо переходів за згенерованими посиланнями. JagaJam – ресурс, який дає змогу отримати широкий спектр інформації, оцінити контент, порівняти між собою дві сторінки за певними параметрами, а також визначити активність аудиторії та, наприклад, Popsters, який дає змогу визначити найкращі публікації, сортуючи їх за кількістю репостів та вподобань.

Сервіси з онлайн – дизайну – візуальне оформлення дуже важливе і коли потрібно швидко відредагувати картинку за відсутності дизайнера, можна скористатися Pixlr.

Сервіси для генерування переможців у конкурсах. Серед найпопулярніших виділяють Randompromo, Randstuff чи Fanpage karma. Такі ресурси використовують разом, оскільки кожен виконує окрему функцію:

- генерує список учасників;
- присвоює їм порядкові номери;
- вибирає переможця.

Сервіси для відкладених постингів та публікацій. Просування у соціальних мережах відбувається безпосередньо за допомогою публікацій і постів. Ці сервіси допоможуть зробити це ефективно: Buffer дає змогу якісно оперувати планом публікацій, а IFTTT автоматизує взаємодію публікацій за допомогою скриптів та BuzzLike.

Інструменти для просування Instagram. Найпопулярнішими є 1mlnlks и Tooligram, вони обидва платні, але Tooligram є простішим та більш безпечним за масової підписки.

Досягти високого рівня охоплення користувачів та впізнаваності можна лише за допомогою комплексного підходу до даного питання. Кожна компанія індивідуально визначає свій пріоритетний напрям та будує SMM-стратегію відповідно до нього, вибирає інструменти, сервіси та алгоритми роботи сторінки, яких сьогодні дуже багато, що дає можливість підібрати зручний за інтерфейсом, вартістю та набором послуг інструмент.

Провідні компанії для утримання своїх позицій на ринку повинні використовувати сучасні підходи до організації роботи, і використання SMM – технологій не є винятком. Для дослідження питання використання SMM-інструментів у своїй роботі було вибрано ТОП-5 найдорожчих брендів, що представляють харчову промисловість України. Їх загальна вартість була визначена з урахуванням фінансових результатів, технічних можливостей, місць продажу товарів, безпосередньо продукції та інвестиційної привабливості.

Таким чином, у післяпандемійний період розвиток українських брендів у соціальних мережах не лише не зупинився, а навпаки – набув нового імпульсу. За умов військової нестабільності та обмеженого фізичного доступу до споживача, цифрові платформи стали основним каналом комунікації, продажів і підтримки іміджу. Розвиток соціального бізнесу та активізація електронної комерції спонукали бренди до глибшого занурення в SMM (Social Media Marketing), а також до впровадження новітніх технологій, зокрема:

- використання штучного інтелекту для персоналізації реклами та автоматизованої обробки звернень через чат-боти;
- поширення форматів коротких відео (Reels, TikTok, Shorts) як найефективнішого інструменту залучення аудиторії;
- активне впровадження омніканальних стратегій, коли бренди поєднують Instagram, Facebook, TikTok, Telegram, YouTube та інші платформи з єдиною комунікаційною метою;
- професійна інфлюенс-маркетинг політика, яка стає ключовою у формуванні довіри до бренду;

– зростання значення локальних ідентичностей, що створює попит на українськомовний контент, патріотичні меседжі та підтримку Made in Ukraine.

Згідно з тенденціями 2023–2025 років, вітчизняний ринок значно наблизився до європейських стандартів цифрового маркетингу. Тренди глобалізуються, і очікування споживачів, як в Україні, так і в країнах ЄС, стають подібними: швидка відповідь, автентичність бренду, динамічний контент і прозора цінність продукту.

Не менш важливою є подальша інтеграція чат-ботів у систему обслуговування клієнтів. У 2025 році Україна вже активно розвиває власні розробки в цій сфері, а європейський ринок займає понад чверть світового обсягу чат-бот-технологій. Це свідчить про стійкий попит на автоматизацію, який відкриває нові можливості для малого та середнього бізнесу.

Висновки. Отже, пандемія стала каталізатором цифрової трансформації українських брендів, що змусила їх активно освоювати SMM як основний канал просування, а соціальні мережі довели свою ефективність, ставши не лише рекламними, а й сервісними та аналітичними інструментами для бізнесу.

Тренди 2023–2025 років вказують на ще глибшу інтеграцію технологій у маркетингові стратегії: штучний інтелект, чат-боти, персоналізований контент та мультиплатформенність. Глобалізація маркетингу забезпечує уніфікацію трендів на європейському та українському ринках, що відкриває перспективи для експансії локальних брендів за кордон.

З вищесказаного можна сказати, що українські бренди мають потенціал стати впізнаваними не лише на внутрішньому ринку, а й на міжнародному, за умови дотримання сучасних підходів до просування.

Таким чином, розвиток SMM в Україні – це не тимчасовий тренд, а стратегічний напрям, який формує нову реальність маркетингової комунікації в умовах цифрового суспільства.

Список використаних джерел

1. Популярні соціальні мережі в Україні 2025: статистика. URL: https://vctr.media/ua/populyarni-soczialni-merezhi-v-ukrayini-2025-statistika-267232/?utm_source= (дата звернення: 30.04.2025).
2. Череп О. Г., Дашко І. М., Бехтер Л. А., Підлісний Р. О. Переваги та виклики цифровізації економіки України. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2024. Том 9. № 1. С. 131–135. URL: http://ujae.org.ua/wp-content/uploads/2024/02/ujae_2024_r01_a21.pdf (дата звернення: 30.04.2025).
3. Chatbots sector in Ukraine overview. URL: <https://surl.li/fazvej> (Last accessed: 30.04.2025).
4. AI Chatbot Market Share Ukraine May 2024 – May 2025. URL: https://gs.statcounter.com/ai-chatbot-market-share/all/ukraine?utm_source= (Last accessed: 30.04.2025).
5. 40 + Chatbot Statistics in 2025. URL: <https://surl.li/mocsts> (Last accessed: 30.04.2025).
6. AI Chatbot Market Share Europe May 2024 – May 2025. URL: <https://surl.li/joldbe> (Last accessed: 01.05.2025).
7. TikTok breaks down 3 big trends that brands should watch for in 2025. URL: <https://surl.li/tadacn> (Last accessed: 01.05.2025).
8. Voguebusiness. URL: <https://surl.li/fftbff> (Last accessed: 01.05.2025).
9. SMM 2025: Latest Social Media Marketing Trends. URL: <https://surl.li/hexdux> (Last accessed: 01.05.2025).

ЖИВКО Зінаїда Богданівна,

д.е.н., професор, професор кафедри
менеджменту авіаційної діяльності,
Українська державна льотна академія,
м. Кропивницький, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4045-669X>

ПАНЧЕНКО Володимир Анатолійович,

д.е.н., професор, завідувач кафедри
авіаційного менеджменту,
Українська державна льотна академія,
м. Кропивницький, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4927-0330>

ШЕГИНСЬКА Анастасія Іванівна,

магістр комп'ютерних наук, магістр психології,
молодший дослідник,
Науковий центр інноваційних досліджень,
Пюссі, Естонія

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5785-6730>

3.2. ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В БІЗНЕСІ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Вступ. У сучасних умовах цифрові технології відіграють ключову роль у трансформації бізнесу, визначаючи його ефективність, конкурентоспроможність і здатність до інновацій. Використання штучного інтелекту, великих даних, хмарних рішень, блокчейну та автоматизації змінює підходи до управління, маркетингу, фінансів і взаємодії з клієнтами. Однак цифровізація бізнесу супроводжується низкою викликів, таких як кібербезпека, висока вартість впровадження нових технологій, адаптація персоналу та необхідність безперервного оновлення ІТ-інфраструктури. Попри це, перспективи розвитку цифрових технологій відкривають нові можливості для оптимізації бізнес-процесів, підвищення продуктивності та розширення ринків. Дослідження сучасних тенденцій, викликів

і перспектив цифрової трансформації є важливим для розуміння майбутніх сценаріїв розвитку бізнесу в умовах глобальної цифрової економіки.

Актуальність – значення цифрових технологій для бізнесу в сучасних умовах, їх вплив на конкурентоспроможність та адаптивність компаній. Цифрові технології стали невід’ємною частиною сучасного бізнес-середовища, кардинально змінюючи підходи до ведення діяльності, взаємодії з клієнтами та управління ресурсами. Інтеграція інноваційних рішень у бізнес-процеси дозволяє компаніям покращувати ефективність, підвищувати продуктивність і забезпечувати гнучкість в умовах стрімких змін на ринку.

Виклад основних результатів дослідження. Розглянемо основні аспекти впровадження основних технологій в бізнесі, сучасні тенденції, виклики та ризики, шляхи удосконалення розвитку бізнесу шляхом використання ІЕ-технологій. Покращення ефективності та автоматизація процесів-впровадження цифрових технологій сприяє автоматизації операційних процесів, що дозволяє компаніям знижувати витрати на управління, мінімізувати вплив людського фактора та підвищувати швидкість виконання завдань. Використання штучного інтелекту (ШІ), хмарних обчислень, ERP-систем і технологій великих даних (Big Data) дає змогу підприємствам швидко обробляти значні обсяги інформації та приймати обґрунтовані рішення.

Посилення конкурентоспроможності – у сучасному цифровому середовищі компанії, які активно використовують новітні технології, отримують значну конкурентну перевагу. Наприклад, застосування аналітики даних дозволяє бізнесу краще розуміти потреби клієнтів і адаптувати свої продукти чи послуги відповідно до актуальних ринкових тенденцій. Крім того, використання цифрових платформ для взаємодії з клієнтами (CRM-системи, чат-боти, персоналізовані маркетингові кампанії) підвищує рівень залученості споживачів та сприяє підвищенню лояльності до бренду.

Гнучкість і адаптивність до змін – уміння швидко адаптуватися до ринкових змін є критично важливим для бізнесу, особливо

в умовах кризових ситуацій. Цифрові технології дозволяють компаніям швидко масштабувати свої операції, впроваджувати нові бізнес-моделі та адаптуватися до змін у поведінці споживачів. Наприклад, використання електронної комерції та онлайн-сервісів забезпечує безперебійну роботу підприємств навіть в умовах фізичних обмежень, як це було під час пандемії COVID-19.

Оптимізація витрат і підвищення продуктивності – цифрові рішення дозволяють значно зменшити витрати на ведення бізнесу за рахунок автоматизації рутинних завдань, оптимізації використання ресурсів та зменшення кількості помилок. Наприклад, технології роботизованої автоматизації процесів (RPA) дозволяють компаніям значно зменшити потребу в ручній праці при обробці документів, фінансових операціях та логістиці.

Вихід на нові ринки та глобалізація бізнесу – цифрові технології відкривають можливості для експансії бізнесу на міжнародний рівень. Використання електронної комерції, цифрових маркетингових інструментів та міжнародних платіжних платформ дозволяє компаніям розширювати свою присутність за межами локального ринку, залучаючи клієнтів з різних країн.

Безпека та управління ризиками – окрім переваг, цифровізація бізнесу вимагає підвищеної уваги до кібербезпеки та захисту конфіденційної інформації. Використання технологій блокчейну, багаторівневого шифрування та систем кіберзахисту дозволяє компаніям мінімізувати ризики витоку даних і забезпечити безпеку фінансових операцій.

Цифрові технології стали ключовим фактором успіху сучасного бізнесу, забезпечуючи ефективність, конкурентоспроможність та гнучкість компаній. Вони дозволяють підприємствам адаптуватися до нових викликів, підвищувати продуктивність і відкривати нові ринки. Однак, разом із можливостями цифровізація ставить перед бізнесом нові виклики, пов'язані з безпекою даних, необхідністю навчання персоналу та впровадженням ефективних управлінських стратегій.

Цифрова трансформація бізнесу є одним із ключових процесів у сучасній економіці, що визначає успішність компаній

у конкурентному середовищі. Інтеграція інформаційних технологій у всі аспекти діяльності підприємств дозволяє оптимізувати бізнес-процеси, підвищити продуктивність, вдосконалити взаємодію з клієнтами та адаптуватися до швидких змін ринку.

Розвиток цифрових технологій охоплює широкий спектр інструментів, включаючи штучний інтелект (AI), великі дані (Big Data), Інтернет речей (IoT), блокчейн, хмарні технології та автоматизовані системи управління підприємствами (ERP, CRM). Завдяки цим інструментам компанії можуть отримати значну конкурентну перевагу, знижуючи витрати та підвищуючи ефективність роботи [1–4].

Однак цифровізація також супроводжується викликами, пов'язаними із безпекою даних, інтеграцією нових технологій у наявну бізнес-структуру та необхідністю постійного навчання персоналу. Саме тому стратегічний підхід до цифрової трансформації є критично важливим для сталого розвитку бізнесу.

Ключові аспекти цифрової трансформації бізнесу: використання штучного інтелекту та аналітики даних (1); хмарні технології та гнучкість бізнес-моделей (2); автоматизація та роботизація бізнес-процесів (3); розвиток електронної комерції та цифрових платформ (4); кібербезпека та захист даних (5); інтернет речей (IoT) та цифровізація виробництва (6).

Використання штучного інтелекту та аналітики даних (1) – штучний інтелект та машинне навчання дозволяють компаніям автоматизувати рутинні завдання, прогнозувати поведінку клієнтів та персоналізувати взаємодію з ними. Аналітика великих даних допомагає підприємствам швидше реагувати на зміни ринку та приймати обґрунтовані рішення.

Хмарні технології та гнучкість бізнес-моделей (2) – перехід на хмарні сервіси дозволяє компаніям зменшити витрати на ІТ-інфраструктуру, забезпечити безперервний доступ до даних та підвищити рівень кібербезпеки. Хмарні рішення сприяють масштабованості бізнесу та впровадженню нових моделей ведення діяльності, таких як віддалена робота та цифрові платформи.

Автоматизація та роботизація бізнес-процесів (3) – застосування технологій RPA (Robotic Process Automation) дозволяє

підприємствам автоматизувати операційні завдання, що значно знижує потребу у ручній праці та мінімізує помилки. Автоматизація допомагає підвищити швидкість і якість обслуговування клієнтів, скоротити витрати та підвищити продуктивність працівників.

Розвиток електронної комерції та цифрових платформ (4) – цифрові технології змінили традиційні підходи до продажів та маркетингу. Впровадження омніканальних стратегій дозволяє компаніям взаємодіяти з клієнтами через мобільні додатки, соціальні мережі, маркетплейси та онлайн-магазини. Використання цифрового маркетингу (SEO, таргетована реклама, email-розсилки) дає змогу підприємствам ефективніше залучати споживачів та підвищувати конверсію.

Кібербезпека та захист даних (5) – зі зростанням цифровізації бізнесу питання кібербезпеки стає пріоритетним. Використання блокчейну, багаторівневого шифрування, біометричної аутентифікації та інших технологій сприяє підвищенню безпеки фінансових транзакцій та захисту конфіденційної інформації від кібератак.

Інтернет речей (IoT) та цифровізація виробництва (6) – IT-технології дозволяють компаніям автоматизувати контроль за виробничими процесами, збирати дані у реальному часі та прогнозувати можливі несправності обладнання. Це особливо важливо для промислового сектору, логістики та транспорту, де оптимізація процесів дозволяє підвищити ефективність виробництва та зменшити витрати.

Виклики цифрової трансформації – попри численні переваги, цифрова трансформація бізнесу стикається з низкою викликів (рис. 1).

Висока вартість впровадження цифрових технологій – інтеграція нових IT-рішень вимагає значних фінансових інвестицій, що може бути проблемою для малого та середнього бізнесу. Опір змінам з боку персоналу – працівники можуть неохоче сприймати цифровізацію через страх втрати роботи або необхідність адаптації до нових умов праці. Кіберзагрози та ризики витоку даних – зростаюча цифровізація підвищує ризики хакерських атак, тому

компанії повинні приділяти більше уваги захисту інформації. Правові та регуляторні обмеження – цифрові технології потребують адаптації до законодавчих норм, що регулюють захист персональних даних, електронну комерцію та фінансові транзакції.



Рис. 1. Виклики цифрової трансформації

Джерело: сформовано авторами за матеріалами [3–7]

Найближчими роками цифровізація бізнесу продовжуватиме набирати обертів, відкриваючи нові можливості для компаній різних галузей. Основними трендами розвитку стануть: зростання ролі штучного інтелекту; розвиток метавсесвіту та віртуальної реальності; перехід до екологічно чистих технологій; збільшення автоматизації у фінансовому секторі. Зростання ролі штучного інтелекту – AI буде використовуватися для автоматизації бізнес-аналітики, прогнозування ринку та персоналізації клієнтського досвіду. Розвиток метавсесвіту та віртуальної реальності – компанії активно використовуватимуть VR та AR для маркетингу, дистанційного навчання та взаємодії з клієнтами. Перехід до екологічно чистих технологій – цифровізація сприятиме розвитку «зеленого бізнесу», зменшенню викидів CO₂ та впровадженню енергоефективних рішень. Збільшення автоматизації у фінансовому секторі – використання блокчейну та криптовалют змінить традиційні банківські процеси, прискорюючи транзакції та знижуючи операційні витрати.

Цифрова трансформація бізнесу є невід’ємною частиною сучасної економіки, що впливає на всі аспекти діяльності підприємств. Використання цифрових технологій дозволяє компаніям покращити конкурентоспроможність, адаптуватися до ринкових

змін і підвищити ефективність операцій. Однак, разом із можливостями, цифровізація ставить перед бізнесом нові виклики, пов'язані з безпекою даних, навчанням персоналу та необхідністю значних інвестицій.

Перспективи розвитку цифрових технологій відкривають нові горизонти для підприємств, що прагнуть стати лідерами у своїй галузі. Тому успішна цифрова трансформація потребує комплексного підходу, стратегічного планування та готовності до швидких змін у цифровому середовищі.

Дослідження цифрової трансформації бізнесу займає центральне місце в сучасній науковій літературі, оскільки технологічні інновації стають ключовим фактором успішності підприємств у глобальному ринку. Науковці пропонують різні підходи до впровадження цифрових технологій у бізнес-процеси, зосереджуючись на їх впливі на економічний розвиток, управлінські стратегії, конкурентоспроможність компаній і трансформацію ринку праці (рис. 2).

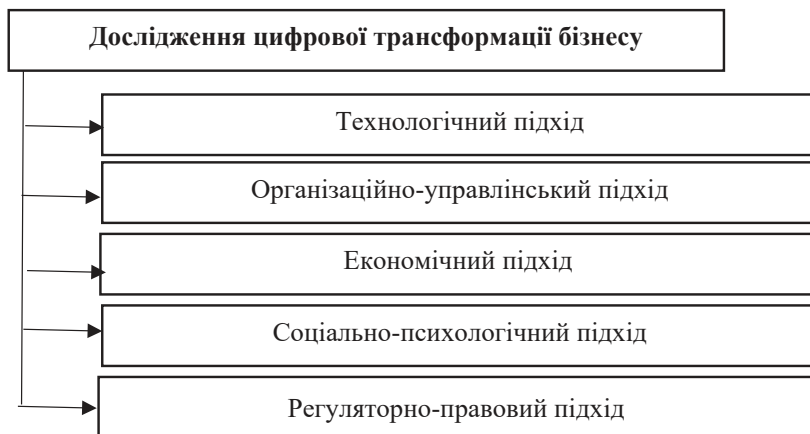


Рис. 2. Дослідження цифрової трансформації бізнесу

Джерело: складено авторами за матеріалами [1; 2; 8–13]

Технологічний підхід – цей підхід розглядає цифровізацію як процес впровадження передових технологій (хмарні сервіси,

штучний інтелект, автоматизація, блокчейн, великі дані) для оптимізації бізнес-операцій. Дослідники наголошують на важливості вибору правильних ІТ-рішень, що відповідають специфіці конкретного підприємства. Наприклад, роботи К. Уестермана та Е. Брайньольфссона підкреслюють, що підприємства, які інвестують у цифрові платформи, отримують значний приріст продуктивності [1; 2].

Організаційно-управлінський підхід – науковці в межах цього підходу вивчають, як цифрові інструменти впливають на організаційну структуру підприємства, управлінські рішення та корпоративну культуру. Вони наголошують, що ефективна цифрова трансформація потребує змін у стратегічному плануванні, розвитку цифрових компетенцій керівників і адаптації бізнес-моделей. Наприклад, Г. Маккензі (2022) стверджує, що успішні компанії застосовують agile-методику для прискорення цифрових змін. Досліджує роль цифрових технологій у забезпеченні конкурентоспроможності компаній. Автор підкреслює, що дозволяє їм швидше адаптуватися до ринкових викликів, ефективніше використовувати дані та покращувати клієнтський досвід. Маккензі аналізує конкретні кейси застосування agile-підходу в бізнесі, зазначаючи, що гнучкі методи управління дозволяють мінімізувати ризики, пов'язані з впровадженням нових технологій, та підвищити ефективність цифрової трансформації [8].

Економічний підхід – з точки зору економічної науки, цифровізація розглядається як ключовий чинник підвищення ефективності підприємств та їх конкурентоспроможності. Дослідники аналізують вплив технологічних інновацій на ринок праці, продуктивність, зменшення витрат і формування нових бізнес-моделей. Наприклад, роботи Н. Карра (2023) підкреслюють, що цифрові технології сприяють зниженню операційних витрат і створенню гнучких виробничих процесів. Карр (2023) у своїх роботах аналізує парадокс цифрових інновацій, зазначаючи, що, незважаючи на зростання технологічних можливостей, лише підприємства, які здійснюють комплексну цифрову трансформацію, отримують реальні конкурентні переваги [9].

Соціально-психологічний підхід – у цьому контексті вивчається вплив цифрових технологій на робоче середовище, адаптацію працівників до змін і необхідність навчання цифровим навичкам. Дослідники звертають увагу на важливість підвищення цифрової грамотності, зменшення опору персоналу до інновацій та інтеграцію нових форм зайнятості (віддалена робота, фріланс, гіг-економіка). Дослідження М. Дейвенпорта (2024) показують, що підприємства, які активно інвестують у навчання персоналу, швидше адаптуються до цифрових змін. Дейвенпорт (2020) у книзі “The AI Advantage: How to Put the Artificial Intelligence Revolution to Work” описує, як штучний інтелект змінює робочі процеси, зменшуючи потребу у рутинній праці та створюючи нові форми зайнятості [10; 11].

Регуляторно-правовий підхід – цей напрям досліджень зосереджений на аналізі законодавчих аспектів цифрової трансформації, захисту даних, кібербезпеки та правових ризиків впровадження цифрових інструментів у бізнес. Наприклад, роботи Ю. Мартінеса (2023) досліджують роль міжнародних стандартів у формуванні безпечних цифрових екосистем для бізнесу [12; 13].

Наукові дослідження підтверджують, що цифрові технології є ключовим чинником розвитку сучасного бізнесу. Однак їх впровадження потребує комплексного підходу, що враховує не лише технологічні аспекти, але й управлінські, економічні, соціальні та правові чинники.

Успішна цифрова трансформація можлива лише за умови стратегічного підходу, адаптації бізнес-моделей до нових умов та підвищення цифрової грамотності персоналу.

Цифровізація бізнесу стала предметом численних наукових досліджень та аналітичних звітів, оскільки її вплив охоплює всі рівні економічної діяльності – від малого підприємництва до глобальних корпорацій. Вивчення цифрових технологій у бізнесі зосереджується на кількох ключових аспектах: їхній ролі у підвищенні ефективності бізнес-процесів, впливі на конкурентоспроможність підприємств, адаптації ринку праці

до нових умов, регуляторних викликів та стратегіях цифрової трансформації (рис. 3).

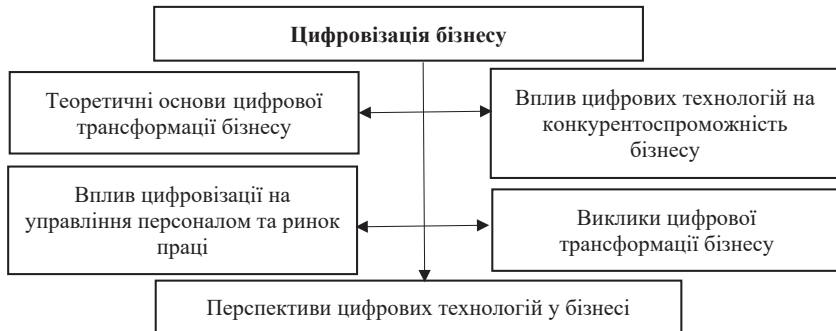


Рис. 3. Вивчення цифрових технологій у бізнесі

Джерело: власна розробка авторів [14–16]

Теоретичні основи цифрової трансформації бізнесу – наукові роботи в цьому напрямі досліджують концептуальні підходи до цифровізації, основні моделі впровадження цифрових технологій у бізнес та економічні ефекти їх використання.

Брайньольфссон та МакАфі (2014) у своїй книзі “The Second Machine Age” аналізують вплив цифрових технологій на економічне зростання та трансформацію бізнес-моделей. Вони наголошують, що штучний інтелект та автоматизація призводять до радикальних змін у виробничих процесах і ринку праці [1].

Вестермана, Боннета та МакАфі (2014) у праці “Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation” висвітлюють роль цифрових стратегій у розвитку підприємств, підкреслюючи важливість поєднання технологічних інновацій із організаційними змінами [14].

Вплив цифрових технологій на конкурентоспроможність бізнесу – багато досліджень фокусуються на тому, як цифрові технології підвищують конкурентоспроможність підприємств, створюючи нові можливості для масштабування та розвитку.

Портера та Хеплемана (2014) у статті “How Smart, Connected Products Are Transforming Competition” (Harvard Business Review) розглядають вплив Інтернету речей (IoT) на конкурентне середовище, підкреслюючи, що цифрові технології змінюють саму сутність продуктів і послуг [15].

Вплив цифровізації на управління персоналом та ринок праці – цифрові технології докорінно змінюють традиційні моделі зайнятості, управління людськими ресурсами та вимоги до компетенцій працівників.

Мельник Л. Г. та інші (2020) в статті досліджують цифровізацію в двох контекстах: перехід від аналогових до цифрових методів зберігання інформації та перехід до нової моделі економічних систем, відомої як «цифрова економіка». Розглядаються економічні ефекти, такі як переваги цифрового зберігання даних, заощадження на технологічному спрощенні, використання цифрових клонів, комунікаційні ефекти універсальної цифрової мови, дематеріалізація операцій і віртуалізація виробництва. Основними компонентами цифрової економіки є альтернативна енергетика, адитивні технології, цифрові платформи, штучний інтелект, Інтернет речей і хмарні технології [16].

Виклики цифрової трансформації бізнесу – незважаючи на численні переваги цифрових технологій, їхнє впровадження супроводжується низкою викликів, таких як кібербезпека, високі витрати на адаптацію та необхідність зміни корпоративної культури.

Мартінес (2023) у статті “Cybersecurity Challenges in the Era of Digital Transformation” аналізує ризики, пов’язані з кіберзагрозами, та методи їх мінімізації для підприємств, які впроваджують цифрові технології [12; 13].

Перспективи цифрових технологій у бізнесі – наукові дослідження також розглядають майбутні тенденції цифрової трансформації, прогнозуючи розвиток технологій та їхній вплив на бізнес-середовище.

У своїй книзі Ерік Шмідт і Джаред Коен, спираючись на власний унікальний досвід, розкривають майбутнє бізнесу та

підприємництва, зростаючу роль громадян і формування справжнього почуття спільноти, за умови ухвалення правильних рішень уже сьогодні. Лаконічний і доступний аналіз впливу технологій на війну, мир, свободу та дипломатію, тому книга слугує путівником у майбутнє, написана двома експертами, які глибоко розуміють потенціал людства в цифрову епоху. Ерік Шмідт і Джаред Коен створили незамінний ресурс [17].

Люта Г. В. та Павленко І. А. у статті дослідили роль інноваційних технологій у системі управління підприємством. Окреслили зміст термінів «інновації», «технології» та «інноваційна технологія» та обґрунтували необхідність впровадження інноваційних технологій в управлінні підприємством і виявили їхній вплив на розвиток бізнесу [18].

Наукові дослідження підтверджують, що цифрові технології відіграють ключову роль у розвитку бізнесу, підвищенні його конкурентоспроможності та адаптивності до змін. Однак їх впровадження потребує комплексного підходу, що включає технологічну, економічну, управлінську та соціальну складову. Подальші дослідження у цій сфері мають зосередитися на подоланні викликів цифрової трансформації та визначенні оптимальних стратегій інтеграції цифрових інструментів у бізнес-процеси.

Аналіз, особливості та проблеми – ключові виклики, пов'язані з використанням цифрових рішень у бізнесі, ризики та обмеження.

Цифрова трансформація бізнесу відкриває значні можливості для підвищення ефективності, автоматизації процесів та зміцнення конкурентних позицій. Проте разом із перевагами впровадження цифрових рішень бізнес стикається з низкою викликів, які можуть стримувати темпи цифровізації та створювати додаткові ризики.

Ключові виклики цифрової трансформації бізнесу: фінансові бар'єри та висока вартість впровадження; брак кваліфікованих кадрів; кібербезпека та захист даних; опір змінам та організаційна культура; інфраструктурні обмеження; юридичні та регуляторні бар'єри.

Фінансові бар'єри та висока вартість впровадження – цифрові технології потребують значних капіталовкладень, що може бути

проблемою для малого та середнього бізнесу (МСБ); окупність інвестицій у цифровізацію не завжди є очевидною, особливо на початкових етапах трансформації; висока вартість підтримки та модернізації технологічної інфраструктури.

Брак кваліфікованих кадрів – недостатня кількість фахівців у сфері ІТ, аналітики даних та цифрового маркетингу; висока конкуренція за ІТ-таланти між компаніями та державним сектором; потреба у постійному навчанні та перекваліфікації персоналу для роботи з новими технологіями.

Кібербезпека та захист даних – зростання загроз кібератак та ризик витоку конфіденційної інформації; відсутність належного рівня безпеки в багатьох компаніях через брак досвіду у сфері інформаційної безпеки; складність впровадження та підтримки відповідності міжнародним стандартам кібербезпеки (GDPR, ISO 27001 тощо).

Опір змінам та організаційна культура – небажання працівників адаптуватися до нових технологій та змінювати усталені процеси; недостатня підтримка з боку керівництва у питаннях цифрової трансформації; відсутність чіткої стратегії впровадження цифрових рішень.

Інфраструктурні обмеження – нерівномірний рівень розвитку цифрової інфраструктури, особливо у віддалених регіонах; проблеми з доступом до високошвидкісного інтернету та сучасного обладнання; обмеженість державної підтримки цифровізації бізнесу в окремих країнах.

Юридичні та регуляторні бар'єри – невизначеність або часті зміни у законодавстві щодо цифрових технологій; обмеження щодо використання хмарних сервісів, криптовалют та блокчейн-рішень у певних регіонах; високий рівень бюрократії при реєстрації та сертифікації цифрових рішень.

SWOT-аналіз цифрових технологій у бізнесі (табл. 1).

Цифровізація бізнесу є неминучим етапом розвитку в сучасних умовах, проте процес її впровадження супроводжується значними викликами. Аналіз свідчить, що, незважаючи на наявність слабких сторін та загроз, переваги цифрових технологій значно

перевищують потенційні ризики. Компаніям необхідно розробляти комплексні стратегії цифрової трансформації, приділяючи увагу питанням фінансування, безпеки, навчання персоналу та адаптації до змін.

Таблиця 1

SWOT-аналіз цифрових технологій у бізнесі

Фактор	Сильні сторони (Strengths)	Слабкі сторони (Weaknesses)
Внутрішні фактори	– Підвищення ефективності бізнес-процесів.	– Високі витрати на впровадження технологій.
	– Автоматизація та зменшення витрат на ручну працю.	– Брак кваліфікованих ІТ-фахівців.
	– Оптимізація взаємодії з клієнтами через CRM та аналітику даних.	– Опір персоналу змінам у роботі.
	– Гнучкість та адаптивність до змін ринку.	– Проблеми з інтеграцією нових технологій у старі системи.
Фактор	Можливості (Opportunities)	Загрози (Threats)
Зовнішні фактори	– Розвиток нових ринків через цифрові платформи та онлайн-торгівлю.	– Кіберзагрози та ризик витоку даних.
	– Використання штучного інтелекту для покращення процесів прийняття рішень.	– Регуляторні обмеження та зміни в законодавстві.
	– Інтеграція блокчейну та смарт-контрактів для підвищення прозорості.	– Конкуренція з великими технологічними компаніями.
	– Автоматизація рутинних завдань та зменшення витрат.	– Економічна нестабільність та ризики фінансових втрат.

Джерело: власна розробка авторів за матеріалами [13–15]

Ефективне використання цифрових технологій дозволяє підвищити конкурентоспроможність підприємств, автоматизувати процеси, зменшити витрати та адаптуватися до сучасних ринкових умов. Однак, для успішної цифровізації необхідна всебічна підтримка з боку держави, розвиток цифрової інфраструктури та формування культури постійного навчання у компаніях.

Цифрова трансформація бізнесу є складним і багатогранним процесом, що потребує ретельного планування, інвестицій та змін у корпоративній культурі. Для ефективного впровадження цифрових рішень необхідно враховувати низку викликів, таких як високі витрати, нестача кваліфікованих кадрів, кібербезпека та регуляторні обмеження. Вирішення цих проблем потребує системного підходу, який охоплює як технологічні, так і управлінські аспекти.



Рис. 4. Стратегічні напрями оптимізації цифрових процесів

Джерело: власна розробка авторів за матеріалами [19–22]

Стратегічні напрями оптимізації цифрових процесів (рис. 4): оптимізація витрат та інвестицій у цифрову трансформацію; підготовка та навчання персоналу; забезпечення кібербезпеки та захисту даних; автоматизація та інтеграція бізнес-процесів; поліпшення регуляторного середовища та адаптація до законодавчих вимог.

Оптимізація витрат та інвестицій у цифрову трансформацію: поступове впровадження технологій (1); залучення зовнішнього фінансування (2); впровадження хмарних технологій (3); оцінка ефективності інвестицій (ROI) (4). Зокрема, поступове впровадження технологій досліджував Д. Л. Роджерс (2016) [19], залучення зовнішнього фінансування – Дж. Бугін та інші (2016) [20], впровадження хмарних технологій – М. Амбруст та ін. (2010) [21], оцінка ефективності інвестицій (ROI) – Е. Брінгольфссон та Л. Хітт (2000) [22].

Поступове впровадження технологій (1) – замість різких змін варто реалізовувати цифровізацію поетапно, починаючи з найважливіших бізнес-процесів. Залучення зовнішнього фінансування (2) – використання грантів, державних програм підтримки цифровізації та венчурного капіталу. Впровадження хмарних технологій (3) – хмарні платформи дозволяють значно скоротити витрати на ІТ-інфраструктуру. Оцінка ефективності інвестицій (ROI) (4) – використання метрик оцінки продуктивності цифрових змін для раціонального розподілу ресурсів.

Підготовка та навчання персоналу: розвиток цифрових навичок серед співробітників; залучення експертів та консультантів; Формування культури інновацій. Розвиток цифрових навичок серед співробітників – організація корпоративних тренінгів, онлайн-курсів та програм підвищення кваліфікації. Залучення експертів та консультантів – співпраця з ІТ-фахівцями для розробки ефективних стратегій цифрової трансформації. Формування культури інновацій – створення внутрішніх програм підтримки нових ідей та впровадження цифрових ініціатив.

Забезпечення кібербезпеки та захисту даних: розробка стратегії кібербезпеки; регулярні аудити та тестування

систем; автоматизація безпеки; навчання працівників основам кібербезпеки.

Розробка стратегії кібербезпеки – запровадження стандартів безпеки, таких як ISO 27001 та GDPR. Регулярні аудити та тестування систем – проведення пентестів (penetration testing) для виявлення вразливостей. Автоматизація безпеки – використання штучного інтелекту для моніторингу та виявлення загроз у реальному часі. Навчання працівників основам кібербезпеки – підвищення рівня цифрової грамотності персоналу для мінімізації ризику атак через людський фактор.

Автоматизація та інтеграція бізнес-процесів: впровадження ERP-систем (Enterprise Resource Planning); використання CRM-систем (Customer Relationship Management); розвиток штучного інтелекту та аналітики даних; інтеграція хмарних рішень.

Впровадження ERP-систем (Enterprise Resource Planning) – оптимізація управління ресурсами компанії. Використання CRM-систем (Customer Relationship Management) – покращення взаємодії з клієнтами та персоналізація послуг. Розвиток штучного інтелекту та аналітики даних – використання Big Data для прогнозування ринкових тенденцій та прийняття стратегічних рішень. Інтеграція хмарних рішень – створення єдиної цифрової екосистеми для зручного управління даними та комунікації між відділами.

Поліпшення регуляторного середовища та адаптація до законодавчих вимог: моніторинг змін у законодавстві; автоматизація відповідності нормам (compliance automation); співпраця з державними органами.

Моніторинг змін у законодавстві – створення спеціальних відділів або залучення юристів для контролю за регуляторними вимогами. Автоматизація відповідності нормам (compliance automation) – впровадження рішень для дотримання вимог щодо обробки даних та фінансової звітності. Співпраця з державними органами – участь у програмах цифрової трансформації та ініціативах щодо розвитку цифрового бізнесу.

Рекомендації щодо ефективного використання цифрових технологій: використання сучасних цифрових трендів; гнучкість та масштабованість цифрових рішень; персоналізація та клієнтоорієнтованість; підвищення ефективності за рахунок аналітики даних.

Використання сучасних цифрових трендів: штучний інтелект (AI) та машинне навчання – автоматизація процесів, аналітика поведінки клієнтів, прогнозування попиту; блокчейн – підвищення прозорості та безпеки операцій; інтернет речей (IoT) – оптимізація виробництва та логістичних процесів; 5G та високошвидкісний інтернет – забезпечення швидкої передачі даних для віддаленої роботи та автоматизованих рішень.

Гнучкість та масштабованість цифрових рішень: використання Low-Code / No-Code платформ для швидкої адаптації до змін ринку; впровадження гнучких методологій управління (Agile, Scrum) для ефективного управління проектами; використання цифрових двійників (digital twins) для тестування бізнес-моделей без фізичних змін у виробництві.

Персоналізація та клієнтоорієнтованість: використання Data Science для аналізу поведінки клієнтів та адаптації продуктів/послуг; впровадження чат-ботів та голосових помічників для покращення комунікації з клієнтами; створення омніканальних платформ для забезпечення безшовного досвіду для споживачів.

Підвищення ефективності за рахунок аналітики даних: впровадження BI (Business Intelligence) рішень для аналізу ефективності бізнес-процесів; використання автоматизованих звітів та дашбордів для прийняття стратегічних рішень; інтеграція хмарних технологій для централізованого зберігання та аналізу великих обсягів даних.

Висновки. Цифровізація бізнесу є ключовим фактором конкурентоспроможності та адаптації до сучасних викликів. Проте ефективне впровадження цифрових технологій потребує стратегічного підходу та врахування всіх можливих ризиків.

Основні напрями оптимізації включають:

1. Раціональне управління витратами та використання хмарних рішень.

2. Навчання персоналу та підвищення цифрової грамотності.
3. Розвиток кібербезпеки та захисту даних.
4. Інтеграцію ERP, CRM та інших систем для автоматизації бізнес-процесів.
5. Гнучку адаптацію до законодавчих змін та регуляторних вимог.

Рекомендації щодо ефективного використання цифрових рішень включають впровадження штучного інтелекту, ІТ-технології, блокчейну, Big Data та ВІ-аналітики. Також важливою є персоналізація клієнтського досвіду та масштабованість бізнесу за рахунок гнучких цифрових рішень. Застосування цих підходів дозволить компаніям не лише оптимізувати внутрішні процеси, а й стати лідерами у своїй галузі, використовуючи всі можливості цифрової економіки.

Список використаних джерел

1. Brynjolfsson E., McAfee A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. W. W. Norton & Company. 2014. URL: <https://psycnet.apa.org/record/2014-07087-000>
2. Brynjolfsson E. AI and the Future of Work: Innovation, Automation, and Human Prosperity. *MIT Sloan Management Review*. 2022.
3. Davenport T. H., Ronanki R. Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review*. 2018. 96 (1). P. 108–116.
4. Fitzgerald M., Kruschwitz N., Bonnet D., Welch M. Embracing digital technology: A new strategic imperative. *MIT Sloan Management Review*. 2014. 55 (2). P. 1–12.
5. Kane G. C., Palmer D., Phillips A. N., Kiron D., Buckley N. Winning the digital war for talent. *MIT Sloan Management Review*. 2017. URL: <https://sloanreview.mit.edu/article/winning-the-digital-war-for-talent/>
6. Vial G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Journal of Strategic Information Systems*. 2019. 28 (2). P. 118–144. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>

7. Westerman G., Bonnet D., McAfee A. Leading digital: Turning technology into business transformation. *Harvard Business Review Press*. 2014. 304 p. URL: <https://hbsp.harvard.edu/product/17039-HBK-ENG>
8. MacKenzie H. The Business of Digital Transformation: Leveraging Technology for Competitive Advantage. 2022.
9. Carr N. The Shallows: What the Internet Is Doing to Our Brains (Updated Edition). W. W. Norton & Company. 2023. 320 p.
10. Davenport T. H. The AI Advantage: How to Put the Artificial Intelligence Revolution to Work. *MIT Press*. 2020. 231 p.
11. Davenport M. Big Data Analytics and Business Intelligence: Emerging Trends and Opportunities. *Oxford University Press*. 2024.
12. Martinez Y. Cybersecurity Challenges in the Era of Digital Transformation. *International Journal of Cybersecurity Studies*. 2023. 5 (2). P. 45–67.
13. Martinez Y. Digital Strategies for Business Growth: Leveraging AI and Big Data. *Business Innovation Review*. 2023. 7 (3). P. 112–128.
14. Westerman G., Bonnet D., McAfee A. Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation. *Harvard Business Review Press*. 2014. 292 p.
15. Porter M. E., Heppelmann J. E. How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. *Harvard Business Review*. 2014. 92 (11). P. 64–88.
16. Мельник Л. Г., Карінцева О. І., Кубатко О. В., Сотник І. М., Завдов'єва Ю. М. Цифровізація економічних систем та людський капітал: підприємство, регіон, народне господарство. *Механізм регулювання економіки*. 2020. № 2. С. 9–28. DOI: <https://doi.org/10.21272/mer.2020.88.01>
17. Schmidt E., Cohen J. El futuro digital. Rústica. Madrid. España. 2014. 422 p.
18. Люта Г. В., Павленко. Вплив інноваційних технологій на систему управління підприємством. *Економіка та управління підприємствами*. 2017. № 12. С. 298–303.

19. Rogers D. L. The digital transformation playbook: Rethink your business for the digital age. Columbia Business School Publishing. 2016. 298 p.

20. Bughin J., Catlin T., Hirt M., Willmott P. Why digital strategies fail. McKinsey & Company. 2018.

21. Armbrust M., Fox A., Griffith R., Joseph A. D., Katz R., Konwinski A., Zaharia M. A view of cloud computing. *Communications of the ACM*. 2010. 53 (4). P. 50–58. URL: <https://doi.org/10.1145/1721654.1721672>

22. Brynjolfsson E., Hitt L. M. Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance. *Journal of Economic Perspectives*. 2000. 14 (4). P. 23–48. URL: <https://doi.org/10.1257/jep.14.4.23>

ЛИСЕНКО Алла Миколаївна,

к.е.н., доцент, доцент кафедри

аудиту, обліку та оподаткування,

Центральноукраїнський національний технічний університет,

м. Кропивницький, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8193-4267>

3.3. ЦИФРОВІЗАЦІЯ ОБЛІКОВО-АНАЛІТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЯК ОСНОВА РАЦІОНАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ

Вступ. Обґрунтована оцінка діяльності підприємства є основою для ефективного планування його економічного розвитку в майбутньому. У цьому процесі важливу роль відіграє система показників, сформована на основі використання обліково-аналітичної інформації, оскільки її структура визначає, які напрями діяльності підприємства потребують більш детального вивчення та цілеспрямованого управлінського впливу.

Діяльність сучасних підприємств зазнала істотних змін: ускладнилися технології, значно розширився асортимент продукції, збільшилася кількість управлінських альтернатив. У зв'язку з цим основним завданням стає ефективне управління на основі використання новітніх підходів, що базуються на формуванні актуальної, достовірної інформації, придатної для забезпечення швидкого реагування на зміну внутрішнього та зовнішнього середовища. У цьому контексті важливого значення набуває управлінський облік, який дозволяє фахівцям обґрунтовано обирати форми і методи аналізу, контролю й прийняття рішень, а одним з ключових завдань функціонування системи обліково-аналітичного забезпечення стає більш глибоке розуміння економічних процесів підприємства й своєчасне надання професійних рекомендацій для ухвалення рішень.

В умовах високого рівня інформатизації суспільства раціональне управління підприємством неможливе без здійснення цифровізації обліково-аналітичних процесів. При цьому важлива роль відводиться упровадженню таких цифрових технологій, які оптимально враховують особливості діяльності конкретного підприємства, забезпечуючи швидку передачу належним чином узагальненої та обробленої обліково-аналітичної інформації в системі управління та сприяючи ухваленню економічно обґрунтованих рішень з урахуванням оптимального витрачання часу в управлінському циклі та забезпечення очікуваних показників ресурсовіддачі.

Саме тому актуальним є дослідження особливостей прояву цифровізації в процесі організації обліково-аналітичної роботи на підприємстві, при розробці та реалізації управлінських рішень.

Виклад основних результатів дослідження. Дослідженню ключових аспектів цифровізації обліково-аналітичних процесів у сучасних умовах надається важливе значення, свідченням чого є наявність значної кількості наукових публікацій. Так, вивченню сутності цифровізації економічних процесів та їх впливу на ухвалення управлінських рішень, дослідженню прояву впливу факторів цифровізації в обліково-аналітичній діяльності підприємств

приділили увагу Балюк О. В., Бунда О. М., Карнаухова Г. В., Кононенко Ж. А., Кулинич М. Б., Матюха М. М., Мельник К. П., Пелех У. В., Фатенок-Ткачук А. О. [3; 6; 12; 14].

Цифровізація як найважливіший інструмент розвитку різних аспектів обліку та системи обліку і звітності загалом досліджується у працях Гуцаленко Л. В., Довбуш А. В., Мазіної О. І., Мулик Т. О., Мулик Я. І., Олійник В. С., Осадчої О. О., Павелко О. В., Писарчук О. В., Погрібняк Д. С., Пуцентейла П. Р., Рогової Н. В., Рогозного С. А., Руденко С. В. [10; 11; 13; 15; 17].

Бардаш С. В., Безручук С. Л., Белова І. М., Грабчук І. Л., Депутат Б. Я., Довбуш А. В., Тарасенко О. Є., Шевчук І. Б. [1; 2; 5; 21] присвятили увагу розробці концепцій впливу цифровізації на якість ведення бухгалтерського обліку, дослідили можливості та ризики, які виникають у процесі впровадження цифрових технологій в сфері бухгалтерського обліку.

Теоретико-методологічні аспекти прийняття управлінських рішень та особливості застосування інформаційних систем в управлінні підприємством, проблеми цифровізації обліково-аналітичних процесів у контексті розробки й ухвалення тактичних та стратегічних рішень досліджуються значною кількістю як вітчизняних науковців [4; 8; 9], так і зарубіжних [22; 23; 25; 26].

За визначенням, наданим М. Б. Кулинич, А. О. Фатенок-Ткачук, К. П. Мельник, цифровізація економіки являє собою модель взаємодії між учасниками економічних процесів, оснований на використанні сучасних каналів електронного зв'язку, способів обліку та зберігання інформації, використанні електронного документообігу, здійсненні максимальної автоматизації бізнес-процесів на підприємстві та у взаємовідносинах його із контрагентами й державними органами [12, с. 24].

Пуцентейло П. Р. та Довбуш А. В. зазначили, що цифровізація – це:

- комунікаційне середовище економічної діяльності, сформоване у мережі Інтернет;
- результат трансформаційних перетворень нових технологій у інформаційно-комунікаційній сфері;

– новітній економічний уклад, у рамках якого здійснюється збір та обробка даних, які беруть участь в аналітичному процесі та впливають безпосередньо на процес прийняття рішень [17, с. 141].

Для цифрової економіки характерним є перехід на новий, якісно вищий рівень використання ІКТ (інформаційно-комунікаційних технологій) у різних сферах діяльності, що дає змогу інтегрувати технології, усунути кордони між цифровими та фізичними системами.

Інколи цифрову економіку називають інтернет-економікою, або веб-економікою. Цифрова економіка все частіше переплітається із традиційною, у зв'язку з чим чіткість розмежування понять починає дещо нівелюватися.

У контексті економічних змін цифровізація передбачає фізичне насичення світу електронно-цифровими пристроями, системами, засобами, а також налагодження між ними електронно-комунікаційного обміну, що забезпечує інтеграцію фізичного середовища з віртуальним. Вона спрямована на перенесення до електронного простору різноманітних явищ, процесів, об'єктів та охоплює такі елементи, як управлінські моделі, документообіг, товари, послуги й загалом усю діяльність суб'єктів господарювання.

Процес цифровізації економіки в Україні має свою специфіку у порівнянні з іншими країнами, що обумовлено впливом геополітичних факторів, наявним правовим середовищем, рівнем технологічного розвитку, доступом до фінансування, культурними особливостями. Так, нестабільна геополітична ситуація спричинює появу нових викликів. Нормативно-законодавча база, яка регулює питання цифровізації бізнесу, має певні відмінності від міжнародних правових підходів. Рівень технологічного розвитку здійснює вплив на швидкість та доступність впровадження цифрових рішень. Обсяги фінансування значно варіюються в часі. Також на сприйняття новітніх технологій здійснюють вплив особливості культури.

Основними викликами при впровадженні процесу цифровізації є:

– обсяг даних (значне зростання обсягу доступної інформації, включаючи структуровані та неструктуровані дані, які надходять у режимі реального часу, обумовлює труднощі в обробці даних);

- якість даних (наявні проблеми з точністю, повнотою, зрозумілістю, актуальністю інформації ускладнюють процес аналітики та ухвалення рішень);
- обмеження доступу до певної інформації, її швидке «старіння»;
- інтеграція даних (поєднання даних з різних інформаційних джерел є процесом складним та ресурсомістким);
- обліково-аналітичні компетенції (значно зросла потреба у наявності спеціальних знань та використанні відповідних інструментів для якісного здійснення обліку та аналізу).

Для забезпечення прийнятного рівня надійності, точності та актуальності інформації необхідно реалізовувати комплексний підхід, забезпечувати високий рівень відповідальності, дотримання правових вимог та стандартів якості даних. Так, у світовій практиці для вимірювання рівня цифрового розвитку застосовують міжнародні індекси та рейтинги, які дають можливість здійснення оцінки стану цифрової інфраструктури та ступеня впровадження цифрових технологій.

На стан цифровізації підприємств здійснюють вплив загальні тенденції розвитку цього процесу на макроекономічному рівні. Так, Кононенко Ж. А. та Карнаухова Г. В. здійснили систематизацію глобальних індексів цифрового середовища, в сукупності яких виокремили наступні індекси:

1. The Global Competitiveness Index (індекс публікується WEF (всесвітнім економічним форумом), оцінює конкурентоспроможність країни (у т. ч. її готовність до цифрової трансформації)).
2. The Networked Readiness Index (індекс публікується WEF (всесвітнім економічним форумом), оцінює готовність країни до впровадження ІКТ (інформаційно-комунікаційних технологій)).
3. The Digital Transformation Index (індекс розроблений компанією Dell Technologies), оцінює прогрес цифрової трансформації країни та факторні впливи).
4. The Ease of Doing Business Index (індекс публікується Світовим банком), оцінює показники щодо ведення бізнесу в онлайн-середовищі).

5. The ICT Development Index (індекс публікується ІТУ (Міжнародним союзом зв'язку), оцінює рівень розвитку ІКТ за країнами).

6. The Digital Economy and Society Index (індекс розробляється Європейською комісією, оцінює сам процес цифровізації та готовність країни до розвитку цього процесу).

7. The Global Innovation Index (індекс публікується ООН (Спільним центром досліджень і розвитку), оцінює інноваційний потенціал країни).

8. The World Digital Competitiveness Ranking (індекс публікується IMD (Міжнародним інститутом розвитку управління), оцінює готовність країни до конкурентоспроможності у цифровому середовищі) [7, с. 66].

Погоджуючись з думкою Кононенко Ж. А. та Карнаухової Г. В. можна стверджувати, що оскільки значна кількість компаній мають глобальну спрямованість, доцільно «розробляти міжнародні підходи і співпрацювати в обміні даними та сфері аналітики для досягнення максимальної ефективності» [7, с. 67].

З огляду на наявність значної уваги до процесу цифровізації економіки на макроекономічному рівні можна стверджувати, що цифрова трансформація обліково-аналітичних процесів на мікроекономічному рівні є вагомим чинником впливу на успішність розвитку суб'єктів господарювання.

Наявність цифрових розривів свідчить про доцільність здійснення стратегічного планування цифрової трансформації підприємств з метою вирішення ряду актуальних проблем, пов'язаних із доступом до якісної та актуальної інформації.

Кожне підприємство потребує створення гнучкої системи забезпечення обліково-аналітичних процесів, відповідної особливостям його діяльності та спрямованої на ефективне управління. Ключовими елементами такої системи є бухгалтерський облік та економічний аналіз.

У процесі щоденного здійснення фінансово-господарської діяльності генерується значна кількість оперативних даних, які слугують основою для формування облікової інформації. В системі

управління має забезпечуватися безперебійний доступ до даних, незалежно від форми їх вираження в обліку (кількісної або вартісної). При цьому обґрунтований вибір стратегій розвитку зумовлює потребу в створенні надійної обліково-аналітичної інформаційної бази з метою прийняття виважених управлінських рішень.

Розвиток та поширення цифрових сервісів та технологій сприяє значному зменшенню часу, необхідного для збору й обробки інформації. У таких умовах змінюються вимоги до системи бухгалтерського обліку. Для прогнозування подальшого розвитку обліку, контролю та аналізу на підприємстві необхідно враховувати специфіку впливу цифрових технологій на результати його діяльності та процес прийняття рішень.

Пуцентайло П. Р. та Довбуш А. В. зазначили, що «цифровізація системи бухгалтерського обліку має низку позитивних рис, зокрема, скорочення витрат праці, мінімізацію помилок через прояв людського фактора, підвищення якості аналізу облікової інформації, прискорення їх руху між стейкхолдерами, зменшення випадків дублювання інформації на різних платформах, можливість швидкого опрацювання великих обсягів інформації» [17, с. 141].

У кінцевому підсумку цифровізація обліково-аналітичного забезпечення підприємства сприяє досягненню ним стратегічних цілей. Досліджуючи цифровізацію обліково-аналітичного забезпечення процесу реалізації стратегічних цілей підприємства, Пелех У. В. зазначає, що в умовах цифрової економіки система обліково-аналітичного забезпечення процесу реалізації стратегічних цілей підприємства спрямована на генерування максимально релевантних даних, які є корисними для здійснення стратегічного управління. Виходячи з цього, дана система визначається як універсальний ресурс, здатний забезпечувати розробку стратегічного управлінського рішення, яке базується на формуванні інформаційної системи з високим рівнем якості та достовірності [14].

Цифровізація обліково-аналітичних процесів не лише є трендом, а й необхідною умовою функціонування сучасного бізнесу.

Результатом впливу цифрових технологій на фінансово-господарську діяльність підприємств є:

- підвищення ефективності здійснення господарських операцій;
- покращення взаємодії з постачальниками ресурсів та клієнтами;
- розширення географії бізнесу, підвищення його конкурентоспроможності та рівня впровадження інновацій;
- зниження витрат на обробку даних та оптимізація процесу прийняття рішень.

Так, Кононенко Ж. А., Карнаухова Г. В., Балюк О. В. виокремлюють наступні функції цифровізації у підприємницькій діяльності:

- автоматизація процесів (при цьому передбачається заміна рутинних операцій і завдань автоматизованими системами, що підвищує точність та ефективність їх виконання);
- аналітика даних (збір, аналіз, використання масиву даних з метою вдосконалення бізнес-стратегії та прийняття обґрунтованих рішень);
- забезпечення кібербезпеки (захист даних від зловмисних атак та кіберзагроз);
- покращення взаємодії з клієнтами (забезпечення зручної та швидкої комунікації з клієнтами на основі використання різних цифрових каналів: соціальних медіа, електронної пошти, чат-ботів і т. ін.);
- розширення географії бізнесу (можливість працювати з клієнтами і партнерами зі всього світу, застосовуючи Інтернет і цифрові інструменти);
- зниження витрат (на папір, забезпечення комунікації, здійснення рекламних заходів та інших процесів із використанням цифрових технологій);
- підвищення конкурентоспроможності (адаптивність на ринку завдяки використанню інновацій та цифрових інструментів) [6].

Як зазначають Осадча О. О. та Павелко О. В., цифрова економіка здійснює значний вплив на функціонування обліково-аналітичної системи підприємства. Так, під впливом цифрової економіки виникають нові об'єкти обліку й трансформуються наявні; удосконалюються інформаційні системи, що забезпечують ведення обліку й формування звітності; зазнають змін технології, процедура складання і подання звітності; розробляються та удосконалюються програмні продукти для проведення аналізу господарської діяльності підприємств [13].

Пелех У. В. пропонує виокремлювати в системі обліково-аналітичного забезпечення такі компоненти:

1. Підсистему обліку, у рамках якої поєднуються:

- фінансовий облік – облік господарських операцій із грошовими коштами, необоротними та оборотними активами, облік праці та заробітної плати;

- управлінський облік – охоплює облік витрат за центрами відповідальності, калькулювання собівартості продукції, формування бюджетів, розрахунок ключових показників ефективності як засобу контролю в управлінні господарською діяльністю підприємства;

- оперативно-технічний облік – забезпечує облік та оперативний контроль за процесом постачання, виробничо-збутовим процесом, використанням наявних трудових ресурсів;

- стратегічний облік – передбачає формування масиву інформації для забезпечення підтримки конкурентної стратегії розвитку підприємства, розробку бази обліку для побудови збалансованої системи економічних показників та розрахунку сформованої доданої вартості;

2. Підсистему аналізу, у рамках якої поєднуються:

- фінансово-економічний аналіз – охоплює аналітичне дослідження грошових потоків, обсягів та структури дебіторської та кредиторської заборгованості, ефективності використання трудових ресурсів, засобів та предметів праці, оцінку інвестиційних проектів, аналіз витрат, доходів, фінансових результатів діяльності підприємства;

- управлінський аналіз – включає дослідження цілей підприємства й шляхів їх досягнення, поєднує аналітичну оцінку структури управління та корпоративної культури з управлінськими процесами та структурою інформаційних потоків щодо підтримки таких процесів;

- оперативний економічний аналіз – спрямований на здійснення у рамках встановлених часових обмежень оцінки чинників впливу на ефективність використання наявних матеріально-технічних та трудових ресурсів, виявлення резервів підвищення ефективності використання ресурсів підприємством;

- стратегічний аналіз – передбачає проведення SWOT-аналізу, дослідження конкурентного середовища та кон'юнктури ринку, здійснення оцінки стратегій розвитку підприємства [14].

Запровадження цифрових технологій у сфері бухгалтерського обліку та економічного аналізу здійснює вплив як на методологічні засади організації обробки даних та обліково-аналітичних робіт, так і на технологічні та інформаційні аспекти процесу цифровізації. При цьому реєстрація господарських операцій здійснюється на якісно новому рівні. Так, завдяки можливостям хмарних технологій бухгалтер та аналітик мають змогу використовувати спеціалізовані програмні продукти і працювати дистанційно, з будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету. Дані вводяться одноразово, здійснюється їх миттєва обробка, що дає можливість оперативно приймати управлінські рішення.

Варто звернути увагу на пропозицію, розроблену Роговою Н. В. у процесі дослідження інтеграції цифрових технологій в сучасну систему обліку, щодо регулювання використання в обігу криптовалют. Науковець висловила власну думку стосовно того, що можливості ШІ (штучного інтелекту) слід орієнтувати як на виконання рутинних (повторюваних) та структурованих завдань (для підвищення якості підготовки звітності для потреб стратегічного управління, проведення інвентаризацій, управління фінансовими потоками), так і на розв'язання «нестандартних» завдань (наприклад, при розробці

моделей для прогнозування різних аспектів діяльності підприємства, у процесі аналізу неструктурованих даних). При такому підході стануть значно ефективнішими процеси відстеження цінових змін у розрізі постачальників ресурсів, проведення аналізу доходів, витрат, грошових потоків. Застосування хмарних обчислень забезпечує покращення доступу до даних. При цьому значно скорочується час на виконання необхідних розрахунково-аналітичних операцій, забезпечується можливість автоматизованого виправлення помилок та безперервного доступу до інформації, упровадження багатофакторної аутентифікації користувачів [18, с. 106].

Таким чином, цифровізація обліку та аналізу передбачає, передусім, використання спеціалізованого програмного забезпечення, аналітичних платформ, хмарних сервісів (BAS, Qlik Sense, Tableau тощо), електронних таблиць Excel, ERP-систем для управління підприємствами, Blockchain-технологій.

Серед поширених цифрових технологій, які використовуються в бухгалтерському обліку, Довбуш А. В. та Белова І. М. виокремлюють наступні:

- ERP-системи – використовуються у процесі ведення бухгалтерських записів, формування реєстрів обліку, структуризація інформації щодо господарських операцій підприємства;
- довідково-інформаційні електронні системи;
- системи управління базами даних – програмно-апаратні комплекси для формування, обробки, спільного використання багатьма користувачами баз даних;
- системи електронної подачі звітності до контролюючих органів через спеціалізовані канали зв'язку;
- системи автоматичної ідентифікації (RFID-технології) об'єктів, які передбачають зберігання інформації у транспондерах чи RFID-мітках;
- послуги з електронного обміну документами;
- системи управління бізнес-процесами та документами, які забезпечують координацію взаємодії між співробітниками та централізоване зберігання документів підприємства;

– Host-to-Host система – єдина платформа, що поєднує банківські системи з клієнтськими при наданні банківських послуг [5].

Осадча О. О. та Павелко О. В. в сукупності доступних технологій для ведення цифрового обліку та аналізу на підприємстві виокремлюють:

- інформаційні системи облікового спрямування;
- соціальні мережі;
- розширена мова (HBRL);
- хмарні технології (Cloud Computing);
- Blockchain-технології;
- електронний обмін даними (EDI) [13].

Потриваєва Н. В., Козаченко Л. А., Недбайло І. І., Нестерчук І. В. до переліку основних технологій, активно використовуваних у бізнес-середовищі, зокрема і в обліково-аналітичному процесі, відносять такі технології:

– Big Data (для застосування при здійсненні розрахунків задля підвищення ефективності, швидкості й точності обробки великих масивів даних);

– Blockchain-технології (використовуються з метою систематизації даних та здійснення ефективного контролю);

– продукт Microsoft “Microsoft Office 365” (єдина система інтегрованих сервісів та програм, яка є єдиною платформою для забезпечення роботи усіх співробітників підприємства);

– Інтернет речей (процес комплексного аналізу певної інформації і прийняття оперативних рішень щодо підтримки основних бізнес-процесів);

– хмарні технології (використовуються для здійснення розподіленої обробки даних, у процесі здійснення якої комп’ютерні потужності надаються користувачам як інтернет-сервіс);

– EDI (забезпечує вільний та швидкий обмін даними);

– RTA (застосовується для здійснення операцій з обліку в режимі реального часу);

– RPA, AI (використовуються у процесі автоматизації стандартизованих операцій, пов’язаних із збором даних та їх обробкою, формуванням фінансової звітності);

– XBRL (розширена мова для формування ділової звітності) [24].

У дослідженні І. Спільник та М. Палюх акцентується увага на оцінці поточного стану бухгалтерського обліку, виявленні його специфічних особливостей та визначенні перспектив розвитку в умовах цифровізації, обґрунтуванні потреби у формуванні нової цифрової парадигми обліку. В сукупності нинішніх проблем облікової теорії та практики науковці виокремили наступні напрями: використання Blockchain-технологій, впровадження в облікові процеси технології безконтактної ідентифікації майна (активів), використання електронного формату подачі звітності, облік криптоактивів та їх відображення у фінансових документах [20].

Також зазначені науковці окреслили ключові чинники впливу на сучасний стан обліку в умовах цифровізації: поява нових об'єктів обліку (крипто валют, токенизованих активів); визнання інформації важливим чинником, який здійснює вплив на формування вартості бізнесу; стрімкий розвиток електронного документообігу; формування глобального середовища інформації з урахуванням підвищених вимог до інформаційної безпеки; трансформація техніко-технологічних підходів до збору, накопичення, обробки, узагальнення інформації в обліку; деяке зміщення акцентів від фінансових цільових орієнтирів до не фінансових, зростання ролі та значення нефінансової інформації в системах обліку підприємств; оновлення підходів та методик бухгалтерського обліку для їх подальшого використання у практичній діяльності [20, с. 85].

Мазіна О. І., Олійник В. С., Рогозний С. А. акцентують увагу на окремих проблемних аспектах, які потребують свого вирішення у контексті впровадження інформаційних технологій в обліково-аналітичній сфері. Зокрема, важливу увагу науковці приділили дослідженню проблем розвитку підходів до оцінки в обліку, оскільки оцінювання об'єктів обліку потребує застосування відповідних математичних інструментів. Цифрові технології дають можливість підвищити ефективність оцінювання традиційних об'єктів бухгалтерського обліку, проте об'єкти, які з'явилися в умовах

цифрових трансформацій є доволі специфічними, у зв'язку з чим ускладнюється процес здійснення їх оцінки [10, с. 9].

Також зазначені науковці пропонують виокремити у сукупності принципів бухгалтерського обліку такий новий принцип, як креативність. Суть даного принципу дослідники трактують як здатність персоналу підприємства та системи обліку адаптуватися з урахуванням змін у бізнес-середовищі під впливом процесів глобалізації, інтеграції та цифровізації [10, с. 10]. Водночас слід погодитися з думкою Руденко С. В. та Погрібняк Д. С. стосовно того, що ототожнювати креативність з адаптацією не зовсім коректно [19], оскільки у традиційному розумінні поняття «креативність» означає здатність персоналу ухвалювати нестандартні рішення в умовах часткової та повної невизначеності. Креативність в системі обліку означає можливість впровадження нових інструментів, підходів, методів збирання, накопичення й обробки інформації з різних джерел із забезпеченням ефективної адаптації даного процесу до умов сучасного ведення бізнесу.

Дилемою є те, що українська практика ведення обліку є орієнтованою на суворе регламентування процесу формування інформації в обліку та звітності, у той час як міжнародні стандарти ґрунтуються на урахуванні професійного судження бухгалтера, яке повинне ґрунтуватися на затверджених інструкціях та методичних рекомендаціях. Однак у процесі здійснення господарської діяльності досить часто виникають ситуації, які відрізняються від раніше відомих. Це є наслідком динамічних трансформацій у суспільно-економічному житті, у зв'язку з чим виникає необхідність у генеруванні нових знань та навичок, формуванні необхідних компетентностей у фахівців різних сфер, зокрема і в сфері бухгалтерського обліку та економічного аналізу.

За умови відсутності концептуальної основи щодо формування політики держави в сфері розвитку цифрових навичок і компетентностей громадян значно ускладнюється поступальний розвиток різних сфер життя суспільства з урахуванням сучасних викликів, впливу процесу глобалізації на цифровізацію

економіки та суспільства. У зв'язку з цим виникла потреба у підготовці суспільства до змін, зумовлених впливом глобалізаційно-цифровізаційних процесів, шляхом сприяння набуттю громадянами необхідних знань, навичок, умінь, способів мислення, інших важливих особистісних якостей у сфері інформаційно-комунікаційних і цифрових технологій («цифрових компетентностей»).

Розпорядженням Кабінету міністрів України від 3.03.2021 р. № 167-р. затверджено «Концепцію розвитку цифрових компетентностей» та відповідний план заходів з її реалізації, де зазначено, що «цифровою компетентністю є динамічна комбінація знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, інших особистих якостей у сфері інформаційно-комунікаційних та цифрових технологій, що визначає здатність особи успішно соціалізуватися, провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність із використанням таких технологій» [16].

У рамках Концепції виокремлено ключові проблеми щодо розвитку цифрових компетентностей в Україні, а саме відсутність:

- правового регламентування питань щодо розвитку цифрових компетентностей;
- рамки цифрової компетентності (її системи й опису), вимог до рівня володіння різних категорій працівників цифровими компетентностями та навичками;
- єдиних підходів щодо визначення конкретизації цифрових компетентностей у професійних стандартах, єдиних вимог до формування освітніх програм з питань формування інформаційно-цифрових компетентностей для фахівців різних професій;
- вимог щодо цифрової компетентності у професійних стандартах;
- єдиних вимог у формуванні цифрових компетентностей у системі освіти;
- систематизованої сукупності індикаторів для моніторингу розвитку цифрових компетентностей та навичок;
- системи сертифікації щодо рівня цифрових компетентностей;

- координування дій на рівні виконавчої влади та ОМС під час реалізації політики держави в сфері розвитку цифрових компетентностей та навичок [16].

Очікується, що реалізація «Концепції розвитку цифрових компетентностей» дасть можливість:

- пришвидшити здійснення процесів цифрової трансформації в Україні;

- значно підвищити рівень цифрових компетентностей та навичок у суспільстві, якість людського капіталу, рівень конкурентоспроможності держави;

- розробити зміни до законодавства, які забезпечать визначення поняття цифрової освіти, а також цифрових компетентностей та навичок в усіх сферах життя суспільства;

- запровадити на правовій основі регулювання процесу формування політики держави в сфері розвитку цифрових компетентностей громадян та їх цифрових навичок;

- значно зменшити ризики імовірності прояву небезпек при користуванні Інтернетом;

- підвищити конкурентоспроможність працівників на основі оволодіння ними новими цифровими компетентностями та навичками;

- підвищити забезпечення рівня доступності до отримання державних послуг для осіб похилого віку, інвалідів, інших вразливих верств населення;

- забезпечити координацію дій органів виконавчої влади щодо питань подальшого розвитку цифрових компетентностей та навичок;

- визначити рамки цифрової компетентності, вимоги до володіння цифровими компетентностями та навичками для працівників різних категорій;

- розробити індикатори для здійснення моніторингу стану розвитку цифрових компетентностей та навичок [16].

У контексті урахування інформаційної грамотності сучасний фахівець з обліку, аналізу та оподаткування повинен опанувати

широкий спектр специфічних навичок, які виходять за межі традиційної підготовки фахівців даного профілю. Він, зокрема, повинен вміти фільтрувати та відбирати дані у широкому обсязі цифрової інформації, ідентифікувати бізнес-процеси, працювати з нейронними мережами, застосовувати сучасні технології у процесі обробки облікової інформації, розуміти особливості проведення аналізу та аудиту в «цифровому» середовищі.

Сучасний бухгалтер повинен володіти навичками роботи із новітніми платформами та сервісами для обміну даними з внутрішніми та зовнішніми користувачами, дотримуючись норм професійної етики в умовах цифровізації. Крім того, важливим є вміння створювати цифровий контент, змінювати та вдосконалювати його. Це, в свою чергу, вимагає знання правових основ захисту авторських прав, набуття навичок у адаптації бухгалтерських програм до сучасних вимог, використанні інструментів імітаційного моделювання.

Значну увагу необхідно приділяти питанням безпеки, оскільки перед сучасним фахівцем з обліку, аналізу та оподаткування стоїть завдання здійснювати захист цифрових даних від потенційних загроз з боку конкурентів або шахраїв. Витік даних (передусім тих, які належать до сфери комерційної таємниці) може мати негативні наслідки для функціонування підприємства. Враховуючи, що цифровізація супроводжується наявністю нових техніко-технологічних викликів, сучасний бухгалтер повинен вміти оперативно вирішувати проблеми. При цьому важливим стає креативний підхід у налаштуванні цифрових технологій з урахуванням підходів до вирішення конкретних обліково-аналітичних завдань. Таким чином, ідея креативності повинна стати невід'ємною складовою нової цифрової парадигми у формуванні обліково-аналітичного забезпечення підприємства.

Витік конфіденційної інформації може завдати значної шкоди фінансово-господарській діяльності підприємства. Крім того, процес цифровізації часто супроводжується появою певних технічних викликів, для вирішення яких бухгалтери та аналітики повинні

мати відповідні навички. Отже, креативний підхід до адаптації цифрових технологій під потреби функціонування обліково-аналітичної системи підприємства є важливим для ефективного вирішення поставлених завдань.

Цифрова економіка зумовлює потребу в модернізації обліково-економічних процесів на основі формування програмного, інформаційного, організаційно-методичного компонентів, у синергії яких забезпечується ефективне функціонування підприємства в умовах автоматизації бізнес-процесів. Загалом процес ІТ-модернізації обліково-аналітичних робіт на основі інституційних, економічних, організаційно-управлінських нововведень базується на формуванні кіберфізичного простору в межах обліково-аналітичної системи. На цій основі на підприємстві формується так звана концепція забезпечення «розумного обліково-аналітичного процесу».

Отже, цифровий облік та аналіз є суттєво відмінними від традиційної парадигми, що потребує оновлення ключових понять обліку та аналізу в умовах цифровізації.

Застосування спеціалізованого програмного забезпечення передбачає введення первинної документації, формування журналів господарських операцій, різноманітних управлінських та фінансових звітів на основі наявної облікової інформації. Перевагою таких програм є їхня гнучкість, адже вони можуть бути налаштовані з урахуванням специфіки діяльності конкретного підприємства відповідно до потреб управління. Наприклад, програма BAS дає можливість автоматизувати процес ведення обліку й формування звітності, а також здійснити розробку індивідуальних програмних рішень. Qlik Sense є аналітичною корпоративною платформою третього покоління, яка дає можливість вивчення даних та прийняття на цій основі раціональних та ефективних управлінських рішень. Керований Self Service BI дає змогу завантажувати дані з різних джерел, об'єднувати їх та асоціативно індексувати. Tableau є системою інтегративної аналітики, яка забезпечує проведення поглибленого аналізу великих масивів інформації у найкоротші строки. Дана система

не потребує значних витрат на її впровадження та навчання користувачів, може взаємодіяти з хмарними рішеннями (Google Таблиці, Dropbox, AWS Redshift та ін.) і сучасними інструментами аналізу даних (R, Python).

Один з популярних у використанні корпоративних рішень, яке може замінити більшість програм для підтримки бізнес-процесів, є «Microsoft Office 365», розробка компанії Microsoft. Поряд з традиційними інструментами Word, Excel та іншими додатками для роботи бухгалтерів, аналітиків, управлінців та пересічних громадян на цій платформі передбачено можливості роботи з документами, здійснення обчислень, обміну даними, налаштування календаря, проведення відео-конференцій.

Word – це текстовий процесор, призначенням якого є створення документів, їх перегляд та редагування, форматування тексту, побудова таблиць, графіків.

Excel робить можливим структурування інформації за заданими критеріями, створення зведених таблиць, об'єднання даних з кількох файлів, формування масивів інформації для здійснення оперативного управління підприємством.

ERP-система (система планування ресурсів підприємства) – потужний інструмент для управління підприємством, який автоматизує та оптимізує роботу підприємства, поєднуючи у єдину платформу його основні бізнес-процеси. ERP-системи є особливо актуальними для підприємств зі складними виробничими процесами і розгалуженою структурою. Головною перевагою їх впровадження є можливість оптимізації бізнес-процесів підприємства на основі їх автоматизації, а також аналітичної обробки та систематизації даних.

Існує два базових типи ERP-систем: локальні та хмарні.

Локальні ERP-системи (вони функціонують за принципом “Stand-Alone”) розгортаються або на власних, або на орендованих серверах підприємства. Вони можуть використовуватися у такий спосіб:

- розробка унікальної системи на основі урахування особливостей підприємства;

- застосування ліцензованої ERP-системи (з відповідними модулями);
- інтеграція певних модулів ERP-систем до наявної платформи.

Обслуговуванням локальних ERP-систем можуть займатися як зовнішні постачальники ІТ-послуг, так і відповідні спеціалісти підприємства.

Хмарні ERP-системи являють собою сучасне рішення щодо автоматизації обліково-аналітичних процесів. Серед їхніх переваг доцільно виокремити:

- відсутність необхідності у залученні значного обсягу початкових інвестицій;
 - простоту та зручність доступу до системи з будь-якого місця.
- Видами рішень на основі використання хмарних ERP-систем є:
- Infrastructure as a Service (IaaS-рішення);
 - Platform as a Service (PaaS-рішення);
 - Software as a Service (SaaS-рішення) [3, с. 139].

IaaS-рішення передбачає отримання підприємством у власне розпорядження хмарних процесорів, відповідного обсягу пам'яті, мереж, на основі чого власними силами підприємство створює сервери-маршрутизатори, налаштовує топологію ERP-системи за індивідуальним баченням.

PaaS-рішення передбачає отримання підприємством платформи (фреймворку), а також набору компонентів для створення функціональних модулів ERP-системи (додатків) та їх адміністрування власними силами.

SaaS-рішення передбачає отримання підприємством розробленої ERP-системи з мінімально необхідним обсягом налаштувань. При цьому адміністрування ERP-системи здійснює постачальник послуги.

Завдяки цифровій трансформації стрімко зростає кількість даних, доступних для підприємств. Перспективними напрямками розвитку обліково-аналітичної системи підприємства є використання Big Data та Blockchain-технологій.

Big Data (великі дані) відіграє важливу роль у цифровій трансформації бізнес-процесів. Дана технологія була створена для

вирішення потреб бухгалтерського обліку, проте її основним призначенням є управління базами даних, структуризація великих обсягів інформації, підтримка процесу ухвалення управлінських рішень в системах “Business Intelligence”.

Big Data виконує такі ключові функції:

- здійснює обробку значного обсягу даних;
- працює з потоками даних, які безперервно збільшуються;
- оперує різномірною інформацією.

При інтеграції можливостей Big Data у бухгалтерський облік та аналіз слід враховувати наступні особливості даної технології:

- горизонтальна масштабованість (диференціація та деталізація облікової інформації спричинює збільшення кількості обчислювальних вузлів для забезпечення ефективного розподілу даних);
- відмова стійкості (кількість вузлів в інформаційній системі обмежена, тому необхідно заздалегідь впроваджувати заходи щодо мінімізації наслідків ймовірних технічних збоїв);
- локальність даних (облікова інформація розподіляється між обчислювальними вузлами. Фізичне збереження даних відбувається на одному сервері, а їх обробка – на іншому) [24].

Big Data відкриває широкі можливості для аналітики. Підприємства мають можливість у режимі реального часу здійснювати збір інформації про бізнес-процеси, контрагентів, ситуацію на ринку. Обробка такого масиву даних потребує використання інструментів машинного навчання для виявлення закономірностей та трендів. Використання цифрових технологій дає підприємству можливість значно швидше обробляти інформацію, що є особливо необхідним для прийняття оптимальних рішень на основі урахування результатів аналізу.

Гоктен С. та Оздоган Б. зазначили, що використання Blockchain-технологій є важливим кроком у цифровізації бухгалтерського обліку [23, с. 429]. Blockchain (ланцюг блоків) є послідовністю пов'язаних між собою блоків інформації, які зберігаються на різних комп'ютерах. Сучасні підприємства досліджують потенціал використання Blockchain-технологій у сферах

бухгалтерського обліку, аудиту, у розвитку фінансового сектору та виробничих процесів.

В узагальненому розумінні Blockchain є цифровим реєстром, що забезпечує безпечний запис даних про транзакції в розподілений комп'ютерній мережі. Технологія Blockchain полягає у створенні цифрового реєстру чи облікової книги, де фіксуються події. За допомогою криптографії та консенсусу (неможливості зміни інформації «заднім числом») Blockchain, завдяки своїй «незмінній» природі забезпечує цілісність даних. Ключова перевага технологій Blockchain – можливість захищеного обміну даних. Їх використання сприяє суттєвому зниженню операційних витрат, пришвидшенню документообігу на підприємстві, зокрема, при підписанні договірних зобов'язань, відкриває можливості щодо концентрації уваги працівників на бізнес-аналітиці та поглибленому аналізі облікової інформації. Також технологія Blockchain забезпечує створення сприятливих умов для здійснення трансформації обліку та контролю, передусім в аспектах автоматизованої обробки даних, забезпечення їх надійності та достовірності відображення в обліково-аналітичному процесі.

Перевагою технології Blockchain є захист інформації, оскільки дані, внесені до системи, не можуть бути видозмінені або видалені без сліду зважаючи на те, що кожна наступна операція базується на попередніх записах. Такий підхід забезпечений на формування надійної бази бізнес-даних, захищеної від фальсифікацій та несанкціонованого втручання, що створює сприятливі умови для надання актуальної та об'єктивної інформації в систему управління.

Цифровізація обліку та аналізу забезпечує підвищення ефективності проходження бізнес-процесів підприємств. На основі поєднання технології Blockchain та ERP-систем забезпечується якісне проведення обліково-аналітичних робіт, формування звітності підприємства в режимі реального часу. При цьому покращується точність та надійність інформації, швидкість та якість її обробки, процес зберігання на всіх етапах розвитку бізнесу.

Бардаш С. В. та Грабчук І. Л. на основі урахування переваг цифрових технологій пропонують виокремлювати у процесі обробки даних з використанням сучасних бухгалтерських програм наступні етапи:

- збір та реєстрація первинної інформації (внесення інформації у програмне середовище);
- формування господарських операцій, налаштування облікових структур (складання синтетичних і аналітичних рахунків, довідників, контроль за повнотою внесення даних. Однак значний потенціал ІТ-рішень у забезпеченні контролю не завжди гарантує повноту, реальність та достовірність показників фінансової звітності);
- складання звітності за запитом користувачів (бухгалтерських довідок, управлінських та регламентованих звітів) [1].

Використання цифрових технологій дещо змінює технічні підходи до збору та обробки обліково-аналітичної інформації, дає можливість підприємству автоматизувати значну кількість повсякденних операцій. Наприклад, застосування спеціалізованого програмного забезпечення для управління запасами забезпечує підвищення ефективності здійснення логістичних процесів, сприяє зниженню витрат на утримання складів. І хоча основні елементи методу бухгалтерського обліку залишаються незмінними, їх зміст та форма зазнають суттєвої трансформації у цифровому середовищі.

Ключовими особливостями документування господарських операцій з використанням цифрових технологій є:

1. Накопичення облікової інформації та її початкова обробка не обмежуються стаціонарними робочими місцями, обладнаними відповідним програмним забезпеченням. Застосування хмарних технологій робить можливим здійснення таких процесів будь-де в зоні доступу до Інтернету. При цьому зменшується кількість паперових документів, здійснюється поступовий перехід до електронної форми ведення обліку, а швидкий доступ до первинних документів у їх оригінальному вигляді стає можливим з будь-якого

зручного місця. Сучасні облікові системи (зокрема, BAS) роблять можливим автоматичне створення пов'язаних документів на основі попередньо введених платіжних доручень, видаткових накладних і т. ін., а також формування звітності;

2. Значно розширюється спектр інструментів (засобів) для ведення обліку. Активно застосовуються сканери штрих-кодів, вагове обладнання, смарт-картки, касові апарати. Впровадження технології Інтернету речей відкриває новий рівень автоматизації процесу фіксування та передачі аналітичних даних в бухгалтерські інформаційні системи (коли виробниче обладнання оснащено датчиками, процесорами тощо). Це дає можливість автоматично формувати базу даних про стан обладнання та хід виробничого процесу;

3. Суттєвих змін зазнає організація процесу документування: значно збільшується частка електронних документів при формуванні документообігу; з'являються можливості щодо автоматичного формування первинної документації; створюються нові підходи щодо забезпечення належного рівня безпеки облікових даних.

Цифрова обробка значного масиву обліково-аналітичної інформації забезпечує реалізацію принципу оперативності у процесі ведення обліку та здійснення аналізу даних, що сприяє прийняттю виважених управлінських рішень. Підприємства, які активно упроваджують цифрові інновації, мають конкурентні переваги, оскільки вони можуть більш оперативно реагувати на зміни ринкової кон'юнктури, краще адаптуватися до нових умов та тенденцій, пропонувати сучасні продукти і послуги, відповідні очікуванням споживачів.

Цифровізація суттєво змінює підходи до взаємодії підприємства з клієнтами. Так, завдяки соціальним мережам, використанню електронної пошти та месенджерів відповідні служби підприємства можуть оперативно контактувати з клієнтами, відповідаючи швидко на їхні запити та отримуючи зворотній зв'язок. У свою чергу, використання аналітики даних сприяє формуванню персоналізованих пропозицій, підвищує рівень довіри споживачів.

Також цифрові інструменти відкривають нові горизонти для розширення географії бізнесу без необхідності здійснення значних

витрат на створення фізичної інфраструктури. Онлайн-продажі й дистанційна співпраця дають можливість забезпечувати співпрацю з партнерами та клієнтами по всьому світу.

Цифровізація спрямована на переосмислення функціонування бізнесу. З її впровадженням суттєвих змін зазнає аналітична діяльність підприємств, адже цифрові інструменти та технології забезпечують ефективний збір, обробку й аналіз даних, що дозволяє підвищувати конкурентоспроможність на основі ухвалення обґрунтованих рішень.

Впровадження цифрових рішень в аналітичній площині супроводжується низкою викликів. Так, зростає потреба у забезпеченні обґрунтованого підбору даних для аналізу, обробці різноманітних джерел надходження даних як внутрішніх (про кадровий потенціал, фінансові показники і т. ін.), так і зовнішніх (про ринкові тренди, конкурентів тощо). Необхідно враховувати, що зовнішні цифрові дані є часто не стандартизованими, або ж великими за обсягом.

Важливим завданням процесу цифровізації в аналітиці даних є раціональна організація зберігання інформації: постає вибір між створенням внутрішніх баз даних та використанням хмарних сервісів. У процесі аналізу застосовуються сучасні підходи, у тому числі інструменти реального часу, системи бізнес-аналітики. Значну роль при цьому відіграє візуалізація даних, використання інструментів якої дає можливість краще інтерпретувати результати, що сприяє кращому обґрунтуванню управлінських рішень та розробці стратегії розвитку підприємства.

Цифрова трансформація вимагає постійної адаптації систем аналітики до економічних змін та новітніх технологій. Процес цифровізації у сфері аналітики стає визначальним для забезпечення оперативності у виконанні обробки даних, у побудові ефективної й конкурентної бізнес-стратегії. При цьому слід зазначити, що важливість аналізу даних, раціональної організації процесу їх зберігання, дослідження впливу аналітики на економічне зростання та прийняття стратегічних рішень в умовах цифрової економіки вивчаються не лише українськими, а й зарубіжними науковцями:

М. Ахтаром, М. Азхаром [22]; Р. Прадханом, М. Арвіном, М. Наіром [25]; К. Ріхтером, С. Краусом, А. Бремом [26] та ін.

Аналітична діяльність на підприємстві в умовах цифровізації має специфічні особливості й супроводжується рядом викликів, подолання яких є важливим завданням для аналітиків та сфери менеджменту. Серед викликів першочергово слід виокремити роботу з масивами даних, адже у цифрову епоху підприємство має доступ до величезного обсягу інформації, яку важливо вміти якісно опрацювати, щоб виокремити корисні й значущі дані. У той же час, надлишок даних спричинює інформаційне перенавантаження, що значною мірою ускладнює аналітичний процес.

У процесі управління господарюючими суб'єктами економічний аналіз регулює формування прямого та зворотного інформаційних потоків. Так, керівний орган здійснює передавання інформації на об'єкт керування, який повідомляє суб'єкт управління через зворотній зв'язок про хід виконання команди і оновлений стан системи. Відповідно, за наявності прямого зв'язку аналіз забезпечує параметри впливу на об'єкт керування, тоді як при зворотному зв'язку здійснюється оцінка ефективності такого впливу [9, с. 236].

Характерною рисою сучасної бізнес-аналітики є потреба в опануванні значного спектру методів та інструментів. Так, аналітики повинні добре володіти навичками роботи із технологіями аналізу в режимі реального часу, системами бізнес-інтелекту, алгоритмами машинного навчання. При цьому необхідно вміти обрати найбільш відповідні інструменти для виконання конкретного бізнес-запиту або завдання.

Важливим аспектом у використанні інструментів аналітики є необхідність забезпечення високої точності аналітичних висновків, оскільки навіть деякі незначні похибки у розрахунках негативно впливають на результати стратегічного планування та можуть призвести до формування помилкових варіантів рішень. Враховуючи, що аналітика досить часто охоплює дані, що надходять з різних підрозділів, запорукою цілісності та достовірності аналізу є ефективна комунікація та чітка взаємодія між

командами. У зв'язку з цим виникає потреба у постійному професійному розвитку аналітиків, підвищенні їхньої кваліфікації з урахуванням відповідності викликам цифрової трансформації.

У сучасному бізнес-середовищі цифровізація обліково-аналітичних процесів відіграє ключову роль. Вона значно змінює підходи до збору, обробки й використання даних у процесі прийняття рішень, сприяє скороченню витрат на ведення документообігу, здійснення маркетингу та комунікації, підвищує ефективність бізнес-процесів, зміцнює конкурентні позиції, покращує взаємодію з клієнтами. У результаті підприємство здобуває значні стратегічні переваги. При цьому впроваджується низка ключових інструментів, спрямованих на підвищення якості обліково-аналітичних робіт, забезпечення точності оцінок та підвищення ефективності управлінських рішень.

Використання електронної документації й цифрових каналів зв'язку суттєво зменшує потребу в паперових носіях обліково-аналітичної інформації, поштових послугах і т. ін. Тому успішні підприємства активно інвестують ресурси у формування стратегії цифрового розвитку. Так звані «цифрові рішення» відкривають шлях до створення нових товарів і послуг та інноваційних моделей ведення бізнесу. Аналіз даних є поштовхом до генерування нових ідей та стратегій, що забезпечують підтримку лідерських позицій підприємства у сфері інновацій.

Цифровізація спричинила значні зміни у формуванні функціонального підходу до інформації, що проявляється у наступному:

- паперові носії втрачають свою актуальність, поступаючись місцем електронному формату як способу подачі інформації;
- спостерігається трансформація обсягів інформації та її якості: обсяг інформації нарощується у геометричній прогресії, що значно ускладнює обробку даних та орієнтацію в інформаційному просторі;
- збільшується питома вага у загальному обсязі недостовірної або ж неактуальної інформації, що потребує додаткової перевірки інформації та її аналітичної обробки;

- підвищуються ризики витоку даних, що зумовлює необхідність у здійсненні посиленого захисту даних та застосуванні надійних технологій їх збереження та обробки;

- поява нових об'єктів обліку та аналізу вимагає створення відповідних теоретико-методичних підходів до їх відображення в обліку та звітності.

Отже, новий технологічний уклад обумовлює трансформаційні процеси у різних сферах суспільно-економічного життя, у т. ч. й у здійсненні обліково-аналітичних робіт. Нові управлінські виклики у діяльності суб'єктів бізнесу зумовили виникнення специфічних запитів інформації, які потребують адекватного обліково-аналітичного супроводу. Цим, у свою чергу, обумовлюється необхідність трансформації теоретико-практичних аспектів виконання обліково-аналітичних робіт.

У системі обліково-аналітичного забезпечення підприємства повинна забезпечуватися раціональна взаємодія таких складових:

- бухгалтерський облік;
- внутрішній контроль;
- економічний аналіз;
- планування та прогнозування;
- розробка та ухвалення управлінських рішень.

В умовах важливості впливу аналітики на формування результатів фінансово-господарської діяльності підприємства доцільно виокремлювати наступні ключові аспекти аналізу бізнес-процесів (рис. 1).

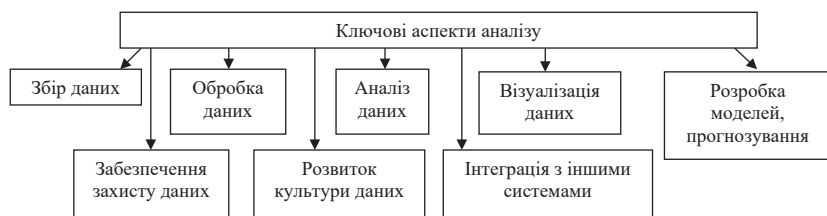


Рис. 1. Ключові аспекти аналізу бізнес-процесів підприємства

Джерело: узагальнено автором на підставі [7, с. 64]

Можливість збирання й аналізу інформації про клієнтів сприяє створенню індивідуалізованих рекомендацій та пропозицій. Це підвищує рівень лояльності клієнтів, також підвищує ймовірність їхньої конверсії.

Використовуючи цифрові інструменти, персонал підприємства має можливість працювати з даними, знаходячись у будь-якому куточку світу. Засоби дистанційної співпраці, віртуальні офіси сприяють формуванню раціонального обміну інформацією.

Аналітика на основі використання автоматизованих рішень має певні особливості. Передусім йдеться про обробку значних обсягів інформації, яку опрацювати вручну дуже складно. Крім того, використання цифрових технологій дає змогу працювати в режимі 24/7, швидко проводити аналіз та надавати його результати у візуально прийнятній формі, виявляти зміни, які б за інших умов залишилися непоміченими, значно зменшувати вплив «людського фактора» (втоми відповідальних осіб, ймовірності допущення помилок у розрахунках).

В основі формування управлінських рішень в умовах цифрової економіки важливого значення набуває класифікація обліково-аналітичної інформації (рис. 2).

У процесі аналізу бізнес-процесів підприємства з використанням цифрових технологій Мулик Т. О., Гуцаленко Л. В., Мулик Я. І. рекомендують дотримуватися наступних основних вимог до обліково-аналітичної інформації:

1. Адаптивність – облікова інформація повинна надавати можливість швидкого реагування на зміни у зовнішньому середовищі, забезпечувати підтримку ухвалення ефективних рішень щодо управління підприємством.

2. Адресність – інформація повинна передаватися безпосередньому користувачу (відповідальному виконавцю).

3. Достатність – наявний обсяг інформації має забезпечувати потреби аналізу та не бути надлишковим.

4. Достовірність – дані мають бути без помилок та викривлень, точними та об'єктивними.

5. Доступність – інформація має бути доступною для користувачів через ІТ-інструменти (бази даних, інформаційні системи).

6. Зрозумілість – інформацію слід подавати простою мовою, яка є зрозумілою будь-якому користувачеві. Вона має супроводжуватися відповідними коментарями та поясненнями.

7. Конфіденційність – дані повинні бути захищеними від несанкціонованого доступу (завдяки відповідним заходам безпеки, зокрема таким, як контроль доступу та шифрування).

8. Корисність – інформація повинна включати виключно ті дані, які необхідні для вирішення відповідних управлінських завдань або для забезпечення потреб окремих господарських підрозділів підприємства.

9. Повнота – необхідність забезпечення максимально достатнього обсягу інформації для вирішення конкретних управлінських завдань.

10. Своєчасність – для прийняття своєчасних рішень інформація повинна надаватися в оперативному порядку, відразу після виникнення певних господарських подій.

11. Систематичність – дані повинні бути узагальнені та упорядковані, що сприятиме полегшенню організації й проведення аналізу та прийняттю рішень [11].

Для оцінки рівня цифрової трансформації підприємства можуть використовувати такі індикатори:

- обсяг інвестицій в ІТ;
- рівень автоматизації бізнес-процесів;
- автоматизована обробка документації;
- загальна стратегія цифровізації підприємства;
- застосування хмарних сервісів;
- використання інструментів аналітики;
- цифровий маркетинг та онлайн-активність;
- внутрішні системи комунікації;
- інтеграція Інтернету речей.



Рис. 2. Класифікація обліково-аналітичної інформації підприємства

Джерело: систематизовано автором на підставі [14]

Про наміри підприємства до здійснення цифрових перетворень свідчить збільшення інвестицій у програмне забезпечення та обладнання, цифрову інфраструктуру. Автоматизація рутинних процесів з використанням цифрових технологій свідчить про готовність підприємства до змін, його здатність працювати зі значним обсягом даних та інструментами аналітики для прийняття обґрунтованих рішень.

У процесі проведення бізнес-аналізу «здійснюється розробка економіко-математичних моделей, робота з ними та їх оновлення для подальшого практичного використання. При цьому зміщуються акценти з діагностики розвитку суб'єкта господарювання в минулому на прогнозування його майбутнього стану» [8, с. 211].

В умовах цифровізації зростає інтерес підприємств до активного використання вебресурсів, онлайн-медіа, реклами в Інтернеті для просування через цифрові канали власних товарів та послуг. Використання інформаційних систем для забезпечення комунікації, обміну даними, спільної роботи є невід'ємною складовою ефективного управління, ґрунтованого на урахуванні «цифрових можливостей». Індикаторами «цифрової зрілості» є запровадження електронного документообігу, наявність розробленої та чітко сформульованої стратегії цифровізації, а також деталізованого плану її впровадження.

В системі бухгалтерського обліку підприємства Бунда О. М. та Матюха М. М. виокремлюють компонентні програмні рішення (які є окремими програмами з необхідним, проте дещо обмеженим, функціоналом) та комплексні (які включають набір додатків-компонентів).

Так, компонентними програмними рішеннями є “Book Keeper”, “Облік Saas”, «Дебет Плюс», а комплексними – “iBuh. Online”, «BAS: Бухгалтерія», “ISpro” та ін. [3, с. 136]. Окремі програми створені для вирішення вузькоспеціалізованих завдань у сфері обліку. Натомість ERP-системи включають модулі для здійснення планування й управління господарською діяльністю.

Основні критерії вибору програмного рішення щодо системи обліково-аналітичного забезпечення підприємства узагальнені на рис. 3.

Важливим моментом при виборі програмного рішення щодо системи обліково-аналітичного забезпечення підприємства є базовий функціонал. Він дає можливість окреслити ключові завдання, які у подальшому повинні реалізовуватися в системі обліково-аналітичного забезпечення підприємства. Інтерфейс програми має бути зручним та зрозумілим, а доступність довідників щодо роботи з програмою суттєво полегшує процес її впровадження на підприємстві.

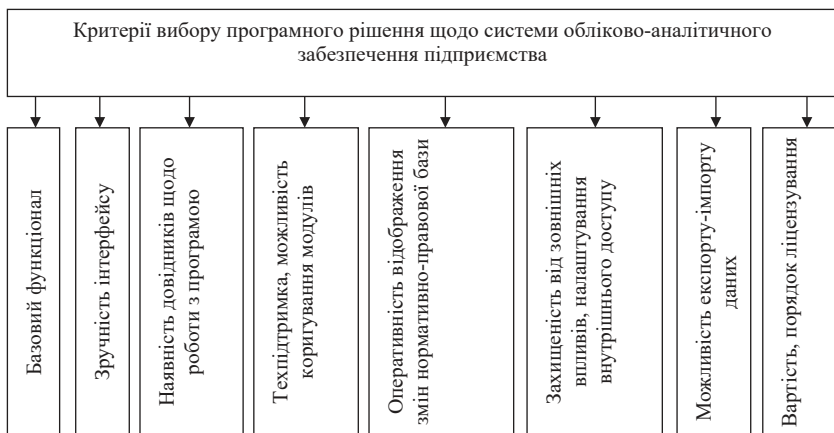


Рис. 3. Основні критерії вибору програмного рішення щодо системи обліково-аналітичного забезпечення підприємства

Джерело: систематизовано автором на підставі [3, с. 136; 4]

Доступність обміну цифрових даних між системами – одна з переваг програмного забезпечення. Для достовірного формування звітності виникає базова потреба в оперативному оновленні програмного продукту на основі урахування змін у чинному законодавстві.

Ключовими аспектами при виборі програмного рішення є наявність техпідтримки, можливість адаптації окремих модулів з урахуванням особливостей діяльності конкретного підприємства, інформаційна безпека.

До елементів захисту програмного рішення належать:

- фізичний захист бази даних від знищення або пошкодження, несанкціонованого коригування на основі здійснення контролю доступу;
- моніторинг продуктивності бази даних.

Важливо встановити обмежений доступ до деякої інформації певних груп користувачів та здійснювати постійний моніторинг такого доступу. При цьому слід враховувати, що практично повні права доступу до інформації мають системні адміністратори. Тому слід здійснювати системний контроль за їхніми діями, за процесом видачі-видалення прав доступу до інформації, за використанням паролів доступу. Можливим є також надання доступу до певного виду обліково-аналітичної інформації партнерам, замовникам, підприємцям при оформленні ними замовлення, або при здійсненні самообслуговування в режимі on-line тощо.

Коректну взаємодію між використовуваними підприємством технологічними системами, програмними продуктами для ведення обліку та здійснення аналітичних розрахунків, іншими додатками забезпечує API (Application Programming Interface). Зокрема, може здійснюватися інтеграція інтернет-магазину та програмного забезпечення з обліку запасів на складі і т. ін. API забезпечує стандартизацію типових обліково-аналітичних процесів, а також поєднання управлінської інформації про бізнес-процеси підприємства.

Важливим аспектом при виборі обліково-аналітичного програмного забезпечення є урахування його вартості та очікуваної економічної вигоди від його впровадження для підприємства. Доцільно надавати перевагу ліцензійному програмному забезпеченню, оскільки його використання має вагомі переваги: регулярне оновлення функціоналу, виправлення помилково встановлених налаштувань, що посилює захист конфіденційної інформації, підвищує зручність використання програмного

продукту, забезпечуючи цим самим стабільну роботу підприємства й ефективне використання наявних технічних засобів.

Для захисту від імовірності втрати даних внаслідок несанкціонованого доступу доцільно впроваджувати процедуру резервного копіювання баз даних. При цьому слід враховувати, що досить часто резервні копії залишаються вразливими. Це створює ризики для інформаційної безпеки підприємства. Тому рекомендується зберігати резервні копії у зашифрованому вигляді, а доступ до таких даних має бути суворо регламентованим.

Додатковий захист баз даних та повний контроль їх використання у рамках інформаційної системи підприємства забезпечує використання рішень Imperva Database Security (DBS), Imperva Web Application Firewall (WAF).

Впровадження рішень IT-безпеки забезпечить:

- загальне підвищення рівня інформаційної безпеки за рахунків пошуку та нейтралізації вразливостей операційних систем, баз даних, вебсайтів;
- захист використання API із забезпеченням взаємної інтеграції IT систем;
- мінімізацію ризику використання у власній інфраструктурі стороннього ПЗ;
- зниження ризику несанкціонованого доступу;
- захист середовища розробки ПЗ;
- очистку трафіку від сканерів вразливостей, DDoS-атак, Bad Bot.

Для оцінки рівня та результативності запровадження цифровізації обліково-аналітичних процесів на підприємстві доцільно використовувати наступні критерії (табл. 1).

Використання цифрових технологій в узагальненому форматі характеризують наступні індикатори:

- рівень поширеності інтернету та швидкість інтернет-з'єднання;
- використання смартфонів, мобільних додатків, соціальних мереж;

– використання хмарних сервісів, e-commerce, штучного інтелекту.

Безручук С. Л., Грабчук І. Л. [2, с. 70–71], а також Бунда О. М., Матюха М. М. [3, с. 135] виокремили такі основні напрями цифровізації у системі бухгалтерського обліку:

- практика, методологія, технології ведення обліку, отримання та надання інформації;
- взаємодія між заінтересованими сторонами у контексті зменшення інформаційної асиметрії;

Таблиця 1

Критерії оцінки рівня та результативності запровадження цифровізації обліково-аналітичних процесів на підприємстві

№	Критерій	Пояснення
1	2	3
1	Операційна ефективність	Підвищення ефективності господарських операцій – один з важливих індикаторів успішної цифровізації обліково-аналітичних процесів. З використанням цифрових інструментів підприємства здійснюють оптимізацію виробничих процесів (автоматизують обробку замовлень, управління запасами і т. ін.), що сприяє зниженню витрат та підвищенню продуктивності фінансово-господарської діяльності.
2	Динаміка фінансових результатів	Позитивна динаміка змін доходу як компоненту формування фінансових результатів може бути пов'язана зі зростанням обсягів продажу, розширенням клієнтської бази, підвищенням якості пропозиції. Отже, аналіз змін у доходах та фінансових результатах дає можливість зрозуміти вплив цифрових технологій на забезпечення фінансової стабільності підприємства.
3	Активність та лояльність клієнтів	У цьому контексті важливими є дані про використання сайтів, мобільних додатків, інших цифрових каналів комунікації, рівень задоволення клієнтів, частоту здійснення повторних покупок.

Продовження таблиці 1

1	2	3
4	Інновацій- ність та здатність конкурувати	Досліджується кількість нових продуктів та послуг, швидкість адаптації до змін на ринку. Важливим індикатором є випередження підприємств-конкурентів у впровадженні цифрових технологій.
5	Захист інформації	Упровадження цифровізації обліково-аналітичних процесів неможливе без ефективної системи кібербезпеки. Тому доцільно відстежувати кількість кіберінцидентів, швидкість реагування на них, оцінювати ефективність заходів з кіберзахисту.
6	Рівень задо- воленості персоналу	Цифровізація обліково-аналітичних процесів позначається на рівні залученості персоналу, упровадженні програм підвищення кваліфікації, забезпеченні позитивних змін у корпоративній культурі.
7	Адаптова- ність до змін	Свідченням «цифрової зрілості» підприємства є його вміння оперативно адаптуватися до умов ринку, трендів, запитів споживачів.
8	Окупність інвестицій	Ефективність цифровізації обліково-аналітичних процесів можна виміряти співвідношенням отриманого прибутку до витрат на цифровізацію.
9	Порівняль- ний аналіз з конкурен- тами	Підприємства постійно здійснюють моніторинг цифрової активності конкурентів, зіставляють власні досягнення з їхніми для визначення своїх сильних та слабких сторін.

Джерело: узагальнено автором на підставі [6]

Рівень цифровізації обліково-аналітичних процесів підприємства позначається на формуванні таких важливих показників (рис. 4):

- об’єкти та функції обліку (трансформація існуючих та поява нових об’єктів та функцій);
- якісні характеристики облікової інформації (достовірність, своєчасність, прозорість і т. ін.).

З урахуванням запропонованих українськими науковцями напрямів цифровізації у системі бухгалтерського обліку доцільно виокремлювати такі напрями здійснення цифровізації обліково-аналітичних процедур в управлінській системі підприємства (рис. 5):

Концептуальні засади з розробки обліково-аналітичного забезпечення як передумови здійснення раціонального управління підприємством в умовах цифровізації містять наступні компоненти:

1. Мета – забезпечення ефективного формування та передачі обліково-аналітичної інформації для розробки обґрунтованих рішень в управлінні фінансово-господарською діяльністю підприємства.

2. Завдання – інформаційний супровід процесу прийняття тактичних та стратегічних рішень, аналітична оцінка та контроль результатів управління підприємством, обґрунтування пріоритетних напрямів його розвитку.

3. Предмет – процес управління підприємством в умовах цифровізації.

4. Функції – здійснення обліку, контролю, аналізу, планування та прогнозування.

5. Об'єкт – фінансово-господарська діяльність підприємства.



Рис. 4. Показники, на формуванні яких позначається рівень цифровізації обліково-аналітичних процесів підприємства

Джерело: систематизовано автором на підставі [6]

Напрями цифровізації обліково-аналітичних процедур в управлінській системі підприємства	
	Цифровізація теоретико-методологічних, технологічних, практичних аспектів використання обліково-аналітичних процедур з метою отримання релевантної інформації для її подальшого використання в управлінському процесі
	Цифровізація взаємодії між підсистемами процесу управління, з урахуванням порівняльності даних, відображених в обліково-аналітичній системі підприємства
	Цифровізація об'єктів обліку та економічного аналізу, їх систематизація у залежності від видів діяльності підприємства
	Цифровізація якісних параметрів обліково-аналітичної інформації (на основі забезпечення її повноти, достовірності, своєчасності, прозорості) та використання такої інформації у процесі прийняття рішень

Рис. 5. Напрями здійснення цифровізації обліково-аналітичних процедур в управлінській системі підприємства

Джерело: узагальнено автором на підставі [3, с. 135]

6. Суб'єкти – управлінський апарат підприємства, обліково-аналітичні підрозділи, центри відповідальності.

7. Складові елементи – підсистеми обліку, аналізу, контролю, планування й прогнозування.

8. Інформаційне забезпечення – засоби пошуку, збору, накопичення й передачі, обробки, збереження даних, формування банків облікових даних та додаткової інформації, побудова ІТ-інфраструктури для забезпечення процесу управління інформаційними потоками підприємства.

Як зазначили М. Б. Кулинич, А. О. Фатенок-Ткачук, К. П. Мельник, «технічні можливості для реалізації різних рішень в галузі побудови інформаційних систем нині надзвичайно широкі і цілком доступні. Все більша кількість виробників підтримують роботу своїх систем на різних платформах і гарантують підключення до систем різних пристроїв» [12, с. 16].

Застосування цифрових технологій відкриває широкі можливості для ефективного й більш гнучкого розподілу облікових функцій між персоналом підприємства. При цьому слід враховувати,

що організація облікового процесу загалом та вибір виконавців конкретних обліково-аналітичних робіт залежать, передусім, від масштабів господарської діяльності. Так, для великих підприємств з територіально розгалуженими підрозділами оптимальним рішенням є використання окремого сервера для розміщення інформаційної бази з обліково-аналітичним програмним забезпеченням, завдяки чому співробітники матимуть змогу підключатися до програми із будь-якої локації. Водночас, використання хмарних технологій забезпечує можливість роботи у єдиній інформаційній системі без здійснення додаткових витрат, нівелюючи потребу у встановленні серверного обладнання або організації відокремлених робочих місць.

Необхідно зазначити, що одночасно з цифровою трансформацією економічних процесів змінюються вимоги до персоналу, задіяного на виконанні обліково-аналітичних робіт. Так, сучасний ринок праці потребує фахівців, які не лише мають відповідний рівень кваліфікації та володіють професійними знаннями в сфері обліку, аналізу, аудиту, оподаткування, а й є відповідальними та адаптивними, мають креативне мислення, знають досконало іноземні мови та функціонал програмного забезпечення. Окреслений підхід до підбору кадрів сприятиме забезпеченню більш якісного та швидкого виконання працівниками покладених на них обов'язків.

Водночас, нарощування обсягу даних й ускладнення інформаційних потоків зумовлюють можливість нарощування ризиків від втрати інформації, її спотворення, або ж навмисних маніпуляцій з даними для досягнення корисливих цілей. Таким чином, одночасно із безліччю переваг, цифрові технології в обліково-аналітичному процесі містять певні загрози, а отже виникає потреба в управлінні зазначеними ризиками.

Бардаш С. В., Грабчук І. Л., Шевчук І. Б., Депутат Б. Я., Тарасенко О. Є. пропонують здійснювати класифікацію ризиків, пов'язаних з цифровізацією обліково-аналітичних робіт, за окремими видами (рис. 6).



Рис. 6. Класифікація ризиків, пов'язаних з цифровізацією обліково-аналітичних робіт на підприємстві

Джерело: систематизовано автором на підставі [1; 21]

Руденко С. В. та Погрібняк Д. С. виокремили певні бар'єри, які стримують процеси цифрової трансформації:

1. Інституційні перешкоди – зумовлені впливом держави на процеси цифрової трансформації через недостатньо розвинену законодавчу базу і механізми регулювання процесу цифровізації, складністю у формуванні стратегій розвитку країни, регіонів, окремих галузей в умовах невизначеності та ризику, що негативно позначається на розвитку суспільно-економічних відносин та діяльності підприємств.

2. Інфраструктурні перешкоди – пов'язані із недосконалістю формування цифрової інфраструктури, наявністю «цифрових

розривів» у розрізі користувачів та територій: недостатнім охопленням окремих територій цифровими мережами, нерівномірним доступом користувачів до цифрових інформаційних технологій.

3. Екосистемні перешкоди – зумовлені відсутністю належних умов для формування інвестиційного клімату, проблемами функціонування ринку капіталів, дефіцитом кваліфікованих кадрів, спроможних на ефективну реалізацію цифрових перетворень [19].

У контексті стратегічного управління діяльністю підприємства доцільно систематизувати сильні та слабкі сторони, можливості та загрози цифровізації обліково-аналітичних процесів (рис. 7).

До переліку переваг цифровізації обліково-аналітичних процесів підприємства можна віднести підвищення точності, оперативності, ефективності (раціональності) здійснення господарських операцій. При впровадженні автоматизованих систем підприємство суттєво знижує кількість помилок у процесі відображення даних в обліку та звітності, пришвидшує обробку інформації про господарські процеси та явища, мінімізує вплив людського фактора на процес узагальнення інформації.

Цифровізація формує можливості для якісного розвитку людського капіталу, оскільки фахівці, які добре володіють навичками роботи з обліково-аналітичними платформами, на сучасному ринку праці стають більш конкурентоспроможними. Інтегруючись в освітні програми, цифрові інструменти забезпечують розвиток компетенцій, необхідних для фахівців з обліку, оподаткування та бізнес-аналітики. При цьому здобувачі опановують навички роботи з ERP-системами, цифровими управлінськими платформами, технологіями інтелектуального аналізу даних.

Слабкими сторонами й обмеженнями цифровізації є, передусім, висока вартість упровадження цифрових технологій. Це створює певні фінансові бар'єри, зокрема, для середніх за розмірами підприємств та суб'єктів господарювання у сфері малого бізнесу.

Оновлення наявних обліково-аналітичних систем потребує значних інвестицій у технічні засоби й програмне забезпечення, суттєвих витрат на навчання персоналу, у зв'язку з чим процес цифрової трансформації підприємств дещо уповільнюється.



Рис. 7. SWOT-аналіз цифровізації обліково-аналітичних процесів підприємства

Джерело: узагальнено автором на підставі [15, с. 343]

Є проблемою і нестача висококваліфікованих кадрів з необхідними для сучасних умов цифровими навичками в сфері

бухгалтерського обліку та аналітики даних. У зв'язку з цим існуючі у закладах вищої освіти освітньо-професійні й освітньо-наукові програми потребують відповідної адаптації до вимог цифрового середовища.

Серед ключових можливостей процесу цифровізації обліково-аналітичних робіт доцільно виокремити:

- прогресивний розвиток людського капіталу внаслідок упровадження цифрових технологій в процес підготовки сучасних фахівців економічного профілю, здатних працювати в умовах стрімкого розвитку автоматизованих систем обліку та аналітики;
- розширення зайнятості в конкурентних секторах цифрової економіки;
- забезпечення прозорості у діяльності господарюючих суб'єктів завдяки запровадженню автоматизації обліково-аналітичних процесів, що сприяє зростанню інвестиційної привабливості територій та країни загалом, зниженню рівня тіньової економіки;
- застосування інноваційних технологій для оптимізації доходів та витрат, підвищення наукової обґрунтованості стратегічного планування та прогнозування;
- залучення інвестиційних ресурсів у розвиток цифрової економіки, активізацію процесу міжнародного співробітництва.

Водночас слід враховувати, що процес цифровізації обліково-аналітичних процесів супроводжується значними ризиками:

- потребою у залученні значного обсягу інвестиційних ресурсів у кібербезпеку з метою захисту даних як підприємств, так і державних органів;
- підвищенням рівня вразливості підприємства до витоку даних, кіберзагроз, шахрайства у зв'язку з автоматизацією процесу зберігання значного обсягу інформації, у т. ч. й конфіденційної;
- ризиком скорочення робочих місць у сфері обліку, аналітики, внутрішнього і зовнішнього контролю та аудиту внаслідок автоматизації, що потребує перегляду наявних підходів до процесу професійної перепідготовки кадрів;
- зростанням соціально-економічної нерівності між країнами, регіонами, містами, підприємствами, які здійснюють

впровадження цифрових технологій та тими країнами, регіонами, містами, підприємствами, які такої можливості не мають. Дана ситуація може стати причиною виникнення так званого «технологічного розриву».

Наведені вище моменти свідчать про те, що цифровізація обліково-аналітичних процесів визначає нову парадигму соціально-економічного розвитку суспільства. Цифровізація забезпечує підвищення професійного рівня фахівців обліково-аналітичного профілю, їх інтеграцію у світовий ринок праці. Високкокваліфікований персонал є критично важливим для успішного здійснення цифрової трансформації обліково-аналітичної системи та забезпечення якісного процесу управління підприємством на основі розробки й прийняття економічно обґрунтованих та раціональних рішень.

Висновки. Цифровізація обліково-аналітичних процесів підприємства є невід'ємною складовою сучасного бізнесу, визначальним чинником його ефективності й конкурентоспроможності, передумовою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень. При її впровадженні змінюються звичні підходи у веденні фінансово-господарської діяльності, трансформуються способи функціонування підприємств з урахуванням їх галузевих особливостей.

Активне інвестування підприємством коштів у розвиток цифрових технологій, розробка власних цифрових стратегій сприяють підвищенню ефективності господарювання, зміцненню позицій суб'єкта господарювання на ринку. Водночас, моніторинг та аналіз процесу цифровізації та його результатів потребує більш ретельного вивчення з урахуванням ринкових трендів та зміни потреб клієнтів. При цьому важливим є залучення працівників з цифровими навичками та аналітичним мисленням до здійснення обліково-аналітичного процесу та управління підприємством, створення необхідних можливостей для їхнього професійного розвитку та навчання.

Отже, цифровізація обліково-аналітичних процесів в сучасних умовах є критично важливою для ефективного розвитку бізнесу,

адже ті підприємства, які активно впроваджують цифрові інструменти, можуть досягти суттєвих конкурентних переваг на основі забезпечення раціональних підходів у обробці й систематизації інформації, прийнятті ефективних управлінських рішень. Інтеграція цифрових технологій в обліково-аналітичні процеси здійснює суттєвий вплив на практичні аспекти виконання обліково-аналітичних робіт, оскільки цифрові обліково-аналітичні системи надають можливість здійснення віддаленого цілодобового доступу до фінансової інформації підприємства, а сумісність бухгалтерських програм з іншими бізнес-інструментами забезпечує (завдяки синхронізації даних) вільний обмін інформацією, її автоматичне оновлення в режимі реального часу. Ефективність інтеграції даних визначає зручність здійснення бізнес-процесів та можливості щодо їх оптимізації у майбутньому.

Наукова новизна проведеного дослідження полягає у теоретико-методичному обґрунтуванні особливостей розвитку обліково-аналітичних процесів у контексті прийняття рішень в умовах цифровізації. Перспективою подальших досліджень є розробка науково обґрунтованого підходу до формування моделі цифровізації обліково-аналітичних процесів як основи забезпечення ефективного управління сучасним підприємством.

Список використаних джерел

1. Бардаш С. В., Грабчук І. Л. Цифрові технології в сфері бухгалтерського обліку: основні можливості та ризики. *Ефективна економіка*. 2021. № 9. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/9_2021/20.pdf (дата звернення: 27.04.2025).
2. Безручук С. Л., Грабчук І. Л. Основні концепції впливу цифровізації на якість бухгалтерського обліку. *Економіка, управління та адміністрування*. 2021. № 4 (98). С. 69–74. URL: [https://doi.org/10.26642/ema-2021-4\(98\)-69-74](https://doi.org/10.26642/ema-2021-4(98)-69-74) (дата звернення: 27.04.2025).
3. Бунда О. М., Матюха М. М. Цифровізація системи бухгалтерського обліку підприємства. *Журнал стратегічних економічних досліджень*. 2023. № 6 (17). С. 133–142. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/26285> (дата звернення: 27.04.2025).

4. Грибовська Ю., Кононенко Ж. Застосування інформаційних систем в управлінні підприємством. *Економіка та суспільство*. 2023. № 47. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-47-84> (дата звернення: 27.04.2025).

5. Довбуш А. В., Белова І. М. Розвиток бухгалтерського обліку в умовах цифровізації економіки. *Інноваційна економіка*. 2023. № 2. С. 176–181. URL: <https://doi.org/10.37332/2309-1533.2023.2.23> (дата звернення: 27.04.2025).

6. Кононенко Ж. А., Карнаухова Г. В., Балюк О. В. Цифровізація підприємницької діяльності: значення та вплив. *Проблеми сучасних трансформацій*. Серія: Економіка та управління. 2023. № 9. URL: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2023-9-04-08> (дата звернення: 27.04.2025).

7. Кононенко Ж. А., Карнаухова Г. В. Фактори цифровізації в аналітичній діяльності підприємств. *Economics: time realities*. 2023. № 6 (70). С. 62–69. URL: <https://economics.net.ua/files/archive/2023/No6/62.pdf> (дата звернення: 27.04.2025).

8. Лисенко А. М., Акімов С. С. Методи прогнозування та податкового планування: вплив їх вибору на формування рішень у сфері оподаткування, аудиту та аналізу. *Причорноморські економічні студії*. 2023. Вип. 81. С. 208–212. URL: http://bses.in.ua/journals/2023/81_2023/34.pdf (дата звернення: 27.04.2025).

9. Лисенко А. М., Акімов С. С., Чадай Ю. В. Економічний аналіз як основа прийняття ефективних рішень в управлінні суб'єктами господарювання сфери агробізнесу. *Економіко-правові аспекти господарювання: сучасний стан, ефективність та перспективи*: Матеріали X Міжнар. наук.-практ. конф., 4–5 жовт. 2024 р. Одеса : ОНЕУ, 2024. С. 235–237. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/14844> (дата звернення: 27.04.2025).

10. Мазіна О. І., Олійник В. С., Rogozniiy С. А. Цифровізація як найважливіший інструмент розвитку системи обліку та звітності. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*. Серія: Економічні науки. 2020. № 5 (2). С. 59–66. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/mnjie_2020_5%282%29__9 (дата звернення: 27.04.2025).

11. Мулик Т. О., Гуцаленко Л. В., Мулик Я. І. Розвиток системи обліково-аналітичного забезпечення управління ліквідністю та платоспроможністю підприємства в умовах цифровізації. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 62. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-62-148> (дата звернення: 27.04.2025).

12. Облік, аналіз, аудит і оподаткування в управлінні розвитком суб'єктів господарювання через призму цифровізації : монографія / М. Б. Кулинич, А. О. Фатенок-Ткачук, К. П. Мельник. Луцьк : Вежа-Друк, 2021. 140 с.

13. Осадча О. О., Павелко О. В. Розвиток обліково-аналітичної системи в умовах цифровізації економіки України. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Економічні науки*. 2021. Вип. 2. С. 162–174. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnugvp_ekon_2021_2_17 (дата звернення: 27.04.2025).

14. Пелех У. В. Обліково-аналітичне забезпечення реалізації стратегічних цілей діяльності підприємства в умовах цифрової економіки. *Економіка та суспільство*. 2022. № 39. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-39-36> (дата звернення: 27.04.2025).

15. Писарчук О. Цифровізація обліково-аналітичних процесів в контексті розвитку людського капіталу. *Сталий розвиток економіки*. 2025. № 1 (52). С. 340–344. URL: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-52-47> (дата звернення: 27.04.2025).

16. Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 3 березня 2021 р. № 167-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-%D1%80#Text> (дата звернення: 27.04.2025).

17. Пудентейло П. Р., Довбуш А. В. Основні вектори розвитку бухгалтерського обліку в умовах цифрової економіки. *Інноваційна економіка*. 2021. № 3–4 (87). С. 140–151. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/43383> (дата звернення: 27.04.2025).

18. Рогова Н. В. Трансформація політики, інструментів і технологій обліку та оподаткування в умовах цифрової економіки.

Фінансовий простір. 2020. № 2 (38). С. 103–116. URL: [https://doi.org/10.18371/fp.2\(38\).2020.209296](https://doi.org/10.18371/fp.2(38).2020.209296) (дата звернення: 27.04.2025).

19. Руденко С. В., Погрібняк Д. С. Бухгалтерський облік в умовах цифровізації. *Вісник Хмельницького національного університету: Економічні науки*. 2021. № 1. URL: http://journals.khnu.km.ua/vestnik/?page_id=39 (дата звернення: 27.04.2025).

20. Спільник І., Палюх М. Бухгалтерський облік в умовах цифрової економіки. *Інститут бухгалтерського обліку, контроль та аналіз в умовах глобалізації: Міжнародний науковий журнал*. 2019. Вип. 1–2. С. 83–96. URL: <http://dspace.tneu.edu.ua/handle/316497/35450> (дата звернення: 27.04.2025).

21. Шевчук І. Б., Депутат Б. Я., Тарасенко О. Є. Цифровізація та її вплив на економіку України: переваги, виклики, загрози й ризики. *Причорноморські економічні студії*. 2019. Вип. 47–2. С. 173–177. URL: http://bses.in.ua/journals/2019/47_2_2019/34.pdf (дата звернення: 27.04.2025).

22. Akhtar M., Azhar M., Khan N., Rahman M. Conceptualizing social media analytics in digital economy: An evidence from bibliometric analysis. *Journal of Digital Economy*. 2023. 2. P. 1–15. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2773067023000080> (Last accessed: 27.04.2025).

23. Gökten S., Özdoğan B. The Doors Are Opening for the New Pedigree: A Futuristic View for the Effects of Blockchain Technology on Accounting Applications. *Digital Business Strategies in Blockchain Ecosystems Transformational Design and Future of Global Business*. Springer International Publishing. 2020. P. 425–438. DOI: 10.1007/978-3-030-29739-8_20 (Last accessed: 27.04.2025).

24. Potryvaieva N., Kozachenko L., Nedbaylo I., Nesterchuk I. Digitization of accounting in the management of business processes of enterprises of the agro-industrial complex. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2022. 26 (1). P. 79–88. Available at: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11811> (Last accessed: 27.04.2025).

25. Pradhan R. P., Arvin M. B., Nair M., Bennett S. E., Bahmani S. Short-term and longterm dynamics of venture capital

and economic growth in a digital economy: a study of European countries. *Technology in Society*. 2019. № 57. DOI: 10.1016/j.techsoc.2018.11.002 (Last accessed: 27.04.2025).

26. Richter C., Kraus S., Brem A., Durst S., Giselbrecht C. Digital entrepreneurship: Innovative business models for the sharing economy. *Creativity and Innovation Management*. 2017. № 26 (3). DOI: 10.1111/caim.12227 (Last accessed: 27.04.2025).

ЛІТИНСЬКА Валентина Анатоліївна,
к.е.н., доцент, доцент кафедри маркетингу,
Хмельницький національний університет,
м. Хмельницький, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9272-4118>

3.4. ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ КАР'ЄРОЮ: ІННОВАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Вступ. У сучасному динамічному середовищі цифрові технології стали важливим інструментом для управління та розвитку персоналу. Зміни на ринку праці, розвиток нових технологій, а також постійна потреба в адаптації до швидких змін вимог до навичок і кваліфікацій працівників зумовлюють необхідність цифровізації процесів розвитку та планування кар'єри персоналу. Ключовими факторами, які обґрунтовують актуальність даного напрямку дослідження є:

1. Швидкі зміни на ринку праці та необхідність адаптації до нових вимог.

Ринок праці постійно змінюється під впливом технологічних інновацій, глобалізації та інших факторів. Професії, які були актуальними кілька десятиліть тому, можуть стати застарілими, а нові спеціальності з'являються з швидким темпом. Цифровізація дозволяє швидко реагувати на зазначені зміни, автоматизувати

процеси оцінки потреб у нових навичках та формувати індивідуальні кар'єрні траєкторії для співробітників, що дозволяє організаціям підтримувати конкурентоспроможність.

2. Персоналізація процесу планування кар'єри. Цифрові інструменти дають можливість створювати персоналізовані програми розвитку для кожного співробітника, враховуючи його інтереси, здібності та кар'єрні цілі. Завдяки аналізу великих даних і штучному інтелекту, можна передбачати кар'єрні шляхи, пропонувати оптимальні напрямки розвитку та визначати найбільш ефективні навчальні курси для конкретних працівників. Такий підхід допомагає значно підвищити залученість і мотивацію співробітників.

3. Абезпечення безперервного професійного розвитку.

В умовах стрімкого розвитку технологій і постійних змін у сфері праці, навчання і розвиток співробітників стає критично важливим. Цифрові технології (платформи для онлайн-навчання, відеокурси, тренінги) забезпечують доступ до освіти та розвитку у будь-який час і з будь-якої точки світу. Це дозволяє працівникам постійно оновлювати свої знання та навички, що, в свою чергу, сприяє їх професійному зростанню.

4. Оптимізація процесів прийняття рішень.

Цифрові інструменти дозволяють HR-менеджерам та керівникам відділів персоналу приймати більш обґрунтовані та оперативні рішення, завдяки можливості збору та аналізу великих обсягів даних. Оцінка ефективності роботи співробітників, прогнозування їх кар'єрного розвитку на основі даних про виконання завдань, а також виявлення прогалин у навичках та компетенціях дозволяють оперативно коригувати стратегії розвитку персоналу;

5. Підвищення залученості та утримання талантів.

Використання цифрових інструментів для планування кар'єри дозволяє компаніям покращити взаємодію з працівниками, що підвищує їх задоволеність роботою і рівень залученості. Крім того, завдяки автоматизованим системам моніторингу, компанії можуть вчасно виявляти потенційні проблеми, пов'язані з утриманням співробітників, і вживати заходів для їх збереження.

6. Ефективне управління талантами. Завдяки цифровим технологіям можна створювати єдині бази даних про компетенції, навички, досягнення та кар'єрні цілі співробітників. Це дозволяє HR-менеджерам планувати розвиток талантів у компанії, підвищувати ефективність набору кадрів, а також забезпечувати стратегічне управління кар'єрним розвитком, сприяючи успішному досягненню корпоративних цілей.

Таким чином, актуальність використання цифрових технологій у плануванні та розвитку кар'єри персоналу не викликає сумнівів. Вони не лише підвищують ефективність управлінських процесів, але й створюють умови для гнучкої, швидкої адаптації персоналу до змінюваних умов праці, що є важливим фактором для успіху компанії в умовах сучасної економіки.

З метою всебічного розкриття теми «Цифрові технології в управлінні кар'єрою: інновації та перспективи розвитку» необхідно визначити актуальні завдання, які доцільно розглянути:

- описати концепцію цифровізації управління кар'єрою, тобто розкрити основні принципи та підходи до цифровізації в управлінні кар'єрним розвитком персоналу, визначити її значення та місце в сучасному кадровому менеджменті;

- оцінити актуальність та важливість використання цифрових технологій у розвитку кар'єри персоналу, тобто визначити яким чином цифрові інструменти та технології можуть бути застосовані для ефективного планування та управління кар'єрним зростанням працівників в умовах швидких змін на ринку праці;

- провести аналіз інструментів та методів цифровізації процесів управління кар'єрою, тобто запропонувати конкретні цифрові інструменти, платформи та системи, які доцільно використовувати для управління кар'єрними траєкторіями співробітників, їх розвитку та навчання;

- розглянути переваги та виклики цифровізації у сфері управління кар'єрою, тобто обґрунтувати як цифрові технології можуть покращити процеси розвитку персоналу, а також розглянути потенційні труднощі та бар'єри, які можуть виникнути при їх впровадженні;

- сформулювати рекомендації для організацій щодо інтеграції цифрових технологій у стратегії розвитку кар'єри персоналу, тобто надати практичні поради щодо впровадження цифрових технологій для покращення управління кар'єрним зростанням співробітників.

Зазначені завдання дозволять всебічно розглянути проблему цифровізації управління кар'єрою, оцінити її практичні аспекти та перспективи розвитку, а також запропонувати конкретні шляхи для ефективного впровадження цифрових інструментів в організаціях.

Виклад основних результатів дослідження. Цифровізація управління кар'єрою – це процес впровадження цифрових технологій і інструментів у сферу управління кар'єрним розвитком працівників, з метою підвищення ефективності, персоналізації, доступності та прогнозування кар'єрних шляхів. Вона включає в себе використання інформаційних технологій, таких як платформи для планування кар'єри, аналітика великих даних, штучний інтелект (ШІ), автоматизація процесів навчання і розвитку, а також інструменти для моніторингу та управління кар'єрними досягненнями.

Основними аспектами цифровізації управління кар'єрою є [1–2]:

- автоматизація процесів: використання програмного забезпечення для автоматизації рутинних завдань, таких як планування кар'єри, оцінка результатів, ідентифікація навичок, що потребують розвитку, і моніторинг кар'єрних цілей;

- персоналізація кар'єрного розвитку: завдяки аналізу даних, компанії можуть створювати персоналізовані рекомендації для працівників щодо можливих шляхів кар'єрного росту, розвитку необхідних навичок, а також пропонувати індивідуальні програми навчання;

- аналіз та прогнозування: використання інструментів для збору і аналізу даних дозволяє прогнозувати тенденції на ринку праці, змінювати стратегії розвитку персоналу, прогнозувати майбутні кар'єрні потреби та створювати ефективні стратегії розвитку людських ресурсів;

- онлайн-навчання та розвиток: платформи для онлайн-курсу, вебінарів, тренінгів та сертифікацій дозволяють працівникам безперервно розвивати навички, необхідні для їх кар'єрного росту;
- інтеграція з іншими системами: цифровізація включає інтеграцію з іншими управлінськими системами компанії, такими як HRMS (системи управління персоналом), для збору і аналізу даних, що стосуються ефективності співробітників і їх кар'єрного прогресу.

В цілому, концепція цифровізації управління кар'єрою орієнтована на створення інтегрованої, гнучкої і прозорої системи розвитку персоналу, що дозволяє ефективно управліти кар'єрними траєкторіями та адаптувати їх до змінюваних умов ринку праці та вимог економіки.

Цифровізація управління кар'єрою включає впровадження новітніх технологій для оптимізації процесів планування, розвитку та управління кар'єрними траєкторіями працівників. Це дозволяє компаніям не лише покращити ефективність кадрового менеджменту, але й забезпечити персоналізований підхід до розвитку кожного співробітника. Основними поняттями та категоріями цифрових технологій у цій сфері є [3, с. 382]:

1. Цифрові платформи для управління кар'єрою. Це інструменти, які автоматизують та інтегрують різні процеси управління кар'єрою, такі як планування розвитку, моніторинг прогресу, оцінка навичок і виконання завдань. Вони можуть включати:

- HRIS (Human Resource Information Systems) – системи для збору та аналізу даних про співробітників, їх навички, досягнення та кар'єрні цілі;
- Learning Management Systems (LMS) – платформи для управління навчанням і розвитком персоналу, що дозволяють організовувати онлайн-курси, тренінги та інші освітні програми.

2. Аналіз великих даних (Big Data). Використання великих даних дозволяє зібрати і проаналізувати величезні обсяги інформації, щоб зрозуміти потреби в навчанні, прогнозувати кар'єрний

розвиток співробітників і підвищувати ефективність управлінських рішень. Важливими аспектами є:

- аналіз продуктивності співробітників – оцінка ефективності на основі даних про виконання завдань, оцінки, успішність проектів;
- прогнозування кар'єрних напрямів: на основі аналізу даних про кар'єрні траєкторії, створення моделей розвитку співробітників.

3. Штучний інтелект (AI) та машинне навчання. Технології штучного інтелекту можуть бути використані для автоматизації прийняття рішень, прогнозування майбутніх кар'єрних потреб, а також для персоналізації навчання та розвитку:

- AI для рекомендацій – на основі аналізу даних, ШІ може пропонувати співробітникам курси або можливості для розвитку, що відповідають їхнім кар'єрним цілям;
- машинне навчання для прогнозування – алгоритми машинного навчання допомагають передбачити майбутні кар'єрні траєкторії працівників, що дозволяє організаціям ефективніше планувати розвиток кадрів.

4. Цифрові інструменти для зворотного зв'язку і оцінки ефективності. Оцінка ефективності працівників за допомогою цифрових технологій дозволяє отримувати зворотний зв'язок у реальному часі. Це можуть бути:

- онлайн-оцінки продуктивності – електронні анкети, опитування, регулярні відгуки від керівників та колег;
- платформи для зворотного зв'язку – системи, які дозволяють отримувати та обробляти відгуки від менеджерів і колег для поліпшення професійних навичок.

5. Інструменти для онлайн-навчання та розвитку. Цифрові платформи для навчання забезпечують постійний доступ до курсів і тренінгів, необхідних для кар'єрного зростання:

- MOOC (Massive Open Online Courses) – онлайн-курси від міжнародних університетів та компаній, що дозволяють працівникам удосконалювати свої навички у будь-який час;

- інтерактивні навчальні платформи – вебінари, онлайн-курси з сертифікацією, спеціалізовані тренінги для розвитку конкретних професійних навичок.

6. Платформи для кар'єрного консалтингу та наставництва. Віртуальні платформи для наставництва дозволяють створювати зв'язки між досвідченими фахівцями і новими працівниками:

- кар'єрні консалтингові платформи – цифрові інструменти для підтримки співробітників у пошуку кар'єрних можливостей, надання порад та наставництва;

- менторські програми – платформи, що поєднують наставників для розвитку конкретних професійних навичок.

7. Цифрові інтерфейси та мобільні додатки для управління кар'єрою. Мобільні додатки і веб-платформи дозволяють співробітникам контролювати свої кар'єрні цілі, стежити за розвитком навичок і досягненнями, а також отримувати рекомендації на основі персональних даних. Це такі як:

- кар'єрні мобільні додатки – інтерфейси для відстеження кар'єрних цілей, професійного розвитку, проходження навчальних програм;

- розширена аналітика кар'єрного зростання – мобільні рішення для аналізу кар'єрного прогресу і досягнень.

8. Блокчейн для управління кар'єрними досягненнями. Блокчейн може бути використаний для зберігання та перевірки досягнень співробітників, сертифікатів та дипломів. Технологія блокчейн гарантує безпечний і прозорий процес управління інформацією про кар'єрний розвиток:

- сертифікація та дипломи – зберігання даних про сертифікати, навчання та кваліфікацію співробітників на дистрибутивних реєстрах;

- верифікація досягнень – забезпечення прозорості та безпеки у процесі підтвердження професійних досягнень та кваліфікацій.

Отже, цифрові технології у сфері управління кар'єрою охоплюють широкий спектр інструментів і підходів, від аналітики

великих даних до інтелектуальних платформ для розвитку персоналу. Вони дозволяють автоматизувати і покращити процеси планування кар'єри, зробити їх більш персоналізованими, гнучкими та ефективними.

Інформаційні технології (ІТ) відіграють важливу роль у сучасному кадровому менеджменті та розвитку персоналу, оскільки вони сприяють автоматизації, підвищенню ефективності процесів та забезпеченню гнучкості в управлінні людськими ресурсами. Застосування ІТ у даній сфері дозволяє організаціям оптимізувати різні етапи взаємодії з персоналом, від набору кандидатів до їхнього професійного розвитку та управління кар'єрними траєкторіями. Серед переліку слід виокремити актуальні [4]:

1. Автоматизація процесів управління персоналом. Інформаційні технології автоматизують рутинні та адміністративні завдання в кадровому менеджменті, що дозволяє зекономити час та ресурси. Наприклад:

- автоматизація набору та відбору персоналу: системи управління кандидатами (ATS – Applicant Tracking Systems) автоматично сортують та оцінюють резюме, аналізують кандидатів за визначеними критеріями, скорочуючи час на пошук і відбір;
- оцінка ефективності: ІТ-рішення дозволяють організувати регулярні оцінки працівників, збирати зворотний зв'язок, аналізувати продуктивність на основі конкретних показників.

2. Оптимізація процесів навчання та розвитку персоналу. Використання ІТ для навчання співробітників дає змогу забезпечити більш ефективний та гнучкий підхід до розвитку професійних навичок:

- системи управління навчанням (LMS – Learning Management System): платформи для організації онлайн-курсів, тренінгів, сертифікацій, що дозволяють працівникам самостійно обирати програму навчання та здійснювати навчання в зручний для них час;
- мобільні додатки для навчання: мобільні технології дозволяють забезпечити доступ до навчальних матеріалів та курсів будь-де і будь-коли, що важливо для динамічного ринку праці.

3. Інтелектуальні системи для планування кар'єри та розвитку талантів. Інформаційні технології допомагають створювати персоналізовані програми розвитку, що базуються на аналізі великих даних і штучному інтелекті:

- прогнозування кар'єрного зростання: завдяки використанню аналітики великих даних та алгоритмів машинного навчання можна прогнозувати кар'єрні траєкторії співробітників, визначати необхідні навички для їхнього розвитку і пропонувати персоналізовані програми навчання;

- системи управління талантами (TMS – Talent Management System): автоматизовані платформи для виявлення та розвитку ключових талантів в організації, що включають в себе інструменти для моніторингу кар'єрного росту, виявлення прогалин у навичках і пропозицію шляхів для розвитку.

4. Аналіз великих даних (Big Data) для покращення управління персоналом. ІТ-рішення дозволяють здійснювати глибокий аналіз великих обсягів даних про співробітників та їхню роботу, що сприяє прийняттю більш обґрунтованих рішень:

- аналіз продуктивності: аналіз даних про виконання завдань і проектів дозволяє HR-підрозділам виявляти ефективних співробітників і оптимізувати процеси управління;

- прогнозування потреб в навчанні та розвитку: на основі даних про ефективність працівників можна прогнозувати, які навички будуть потрібні в майбутньому та створювати програми розвитку відповідно до цього.

5. Поліпшення комунікації та зворотного зв'язку. Інформаційні технології дозволяють організувати зручні канали комунікації в межах компанії, що підвищує рівень залученості співробітників та сприяє розвитку корпоративної культури:

- платформи для зворотного зв'язку: завдяки цифровим інструментам співробітники можуть надавати зворотний зв'язок про свої досягнення, а також отримувати оцінки від керівників і колег в реальному часі;

- інструменти для комунікації: месенджери, внутрішні соціальні мережі та форуми допомагають співробітникам ефективно взаємодіяти один з одним і з керівництвом.

6. Покращення залученості та мотивації працівників. ІТ-рішення можуть значно підвищити рівень залученості працівників завдяки автоматизованим системам мотивації та визнання:

- гейміфікація: застосування елементів гейміфікації в процесах управління персоналом, наприклад, для стимулювання навчання або досягнення кар'єрних цілей;

- індивідуальні рекомендації: автоматичні системи можуть пропонувати співробітникам можливості для розвитку, завдяки чому вони можуть відчувати підтримку і турботу з боку компанії.

7. Забезпечення прозорості та безпеки в управлінні персоналом. Інформаційні технології дозволяють забезпечити прозорість процесів управління персоналом і захист персональних даних:

- блокчейн для зберігання даних: технологія блокчейн може бути використана для безпечного зберігання та перевірки інформації про кваліфікацію співробітників, їхні кар'єрні досягнення та сертифікати;

- кібербезпека: сучасні ІТ-рішення дозволяють захистити дані співробітників від несанкціонованого доступу та забезпечити безпеку інформації.

Таким чином, інформаційні технології значно покращують ефективність кадрового менеджменту, забезпечують персоналізований підхід до розвитку співробітників і дозволяють організаціям адаптуватися до швидких змін на ринку праці. Вони автоматизують процеси, дають доступ до новітніх інструментів для навчання та розвитку персоналу, підвищують прозорість, мотивацію та ефективність. У підсумку, ІТ стають незамінними інструментами в сучасному управлінні персоналом і розвитку кар'єри працівників.

Цифровізація кар'єрного розвитку є важливим етапом у трансформації управління персоналом в умовах швидких технологічних змін. Застосування цифрових технологій дозволяє не лише автоматизувати численні процеси, але й зробити управління кар'єрними

траєкторіями більш персоналізованим, адаптивним і ефективним. Ось основні підходи до цифровізації кар'єрного розвитку [5]:

1. Автоматизація процесів планування кар'єри. Автоматизація є одним з основних аспектів цифровізації кар'єрного розвитку. Вона включає використання програмного забезпечення для спрощення та автоматизації етапів планування та моніторингу кар'єрних траєкторій працівників. Це може включати:

- інтелектуальні системи для планування кар'єри (Talent Management Systems, TMS). Дані системи дозволяють створювати індивідуальні кар'єрні плани, аналізувати сильні та слабкі сторони співробітників, а також пропонувати варіанти розвитку на основі даних про їхній досвід і кваліфікацію;

- автоматизація моніторингу кар'єрного прогресу. За допомогою цифрових інструментів організації можуть автоматично відстежувати досягнення співробітників, зберігаючи інформацію про їхні кар'єрні етапи, навчання та досягнення.

2. Персоналізація кар'єрного розвитку. Цифровізація дозволяє компаніям більш ефективно адаптувати кар'єрні стратегії до потреб кожного співробітника. Це означає, що розвиток кожного працівника можна підлаштовувати під його індивідуальні цілі, здібності та інтереси:

- персоналізовані програми розвитку через LMS (Learning Management Systems): платформи для навчання, які дозволяють співробітникам обирати курси і тренінги відповідно до їхніх професійних цілей і кар'єрних амбіцій;

- штучний інтелект для рекомендацій: використання ШІ для надання рекомендацій щодо навчання, розвитку та кар'єрних можливостей на основі аналізу особистих даних співробітника.

3. Інтеграція аналітики великих даних для прогнозування кар'єрних траєкторій. Використання аналітики великих даних (Big Data) дозволяє компаніям робити більш обґрунтовані прогнози щодо кар'єрних траєкторій співробітників:

- прогнозування розвитку персоналу: аналіз великих обсягів даних про продуктивність, навички і попередні кар'єрні

досягнення дозволяє компаніям передбачити потенціал співробітника для успіху на вищих посадах або у нових ролях;

- аналіз трендів розвитку кадрів: на основі даних про кар'єрний ріст співробітників, організації можуть виявляти тренди і зміни на ринку праці та адаптувати стратегії розвитку відповідно до нових вимог.

4. Використання платформ для онлайн-навчання та розвитку. Цифрові технології дозволяють значно спростити доступ до навчальних матеріалів і тренінгів, що сприяє постійному розвитку кар'єри:

- масові відкриті онлайн-курси (МООС): платформи, що надають співробітникам доступ до безлічі курсів для розвитку нових навичок або поглиблення знань у своїй сфері діяльності;

- інтерактивні навчальні платформи: використання інтерактивних інструментів, таких як вебінари, симулятори і тренажери для надання практичних знань і розвитку критичних компетенцій.

5. Інтеграція мобільних технологій для управління кар'єрним розвитком. Мобільні додатки і платформи дозволяють працівникам керувати своїм кар'єрним розвитком і навчанням з будь-якого місця і в будь-який час. Це надасть їм можливість:

- доступ до навчальних матеріалів у будь-який час: мобільні додатки дозволяють користувачам проходити курси, тренінги або отримувати нові знання без прив'язки до робочого місця;

- управління кар'єрними цілями через мобільні інтерфейси: застосунки для планування кар'єри надають можливість працівникам визначати свої кар'єрні цілі, стежити за прогресом та отримувати поради щодо подальшого розвитку.

6. Цифрові інструменти для наставництва та коучингу. Цифровізація також сприяє розвитку програм наставництва та коучингу, що важливо для кар'єрного зростання співробітників:

- віртуальні платформи для наставництва: такі платформи допомагають з'єднувати працівників з менторами, що дозволяє отримувати професійну підтримку та поради без фізичної прив'язки;

- використання цифрових інструментів для коучингу: онлайн-інтерфейси, які допомагають здійснювати процес коучингу через відео-консультації, чат-боти або спеціалізовані програми для саморозвитку.

7. Гейміфікація процесів кар'єрного розвитку. Гейміфікація – це застосування елементів ігрових механізмів у бізнес-процесах для підвищення мотивації та залученості співробітників:

- кар'єрні «ігри»: створення спеціалізованих програм, які нададуть працівникам можливість досягати своїх кар'єрних цілей через виконання завдань, отримання балів або досягнення нових рівнів, подібно до ігор;

- нагороди та досягнення: використання систем винагород та досягнень для стимулювання кар'єрного росту та розвитку.

8. Інтеграція з соціальними мережами та професійними платформами. Цифрові технології нададуть можливість інтегрувати процеси кар'єрного розвитку з професійними платформами та соціальними мережами:

- LinkedIn та інші платформи для розвитку кар'єри: використання професійних платформ для пошуку кар'єрних можливостей, обміну досвідом та вивчення професійних шляхів інших фахівців;

- внутрішні соціальні мережі компанії: платформи для створення співпраці та взаємодії серед співробітників, які можуть ділитися досвідом, кар'єрними порадами та рекомендаціями.

Отже, застосування сучасних ІТ-інструментів надасть можливість організаціям покращити планування кар'єрних шляхів, сприятиме постійному навчанню та розвитку працівників, а також забезпечить гнучкість у визначенні кар'єрних цілей і досягнень.

Крім того, для ефективного процесу цифровізації процесу планування кар'єри необхідним є визначення платформ для автоматизації зазначеного процесу та які допоможуть компаніям розвивати персонал і створювати ефективні кар'єрні треки [6, с. 64–75]:

1. Інтегровані HR-платформи з кар'єрним плануванням:

- SAP SuccessFactors Career Development & Planning: допомагає працівникам визначати кар'єрні цілі та отримувати

рекомендації щодо навчання; включає функції менторства, оцінки компетенцій та розвитку лідерства;

- Workday Talent Management: автоматизує процеси розвитку кар'єри на основі аналітики навичок; пропонує персоналізовані кар'єрні шляхи та внутрішню мобільність;

- Oracle HCM Cloud: включає модулі управління талантами та кар'єрного розвитку; використовує AI для аналізу навичок і прогнозування можливих кар'єрних траєкторій.

2. Платформи для внутрішньої мобільності та розвитку талантів:

- Gloat: використовує AI для створення персоналізованих кар'єрних можливостей всередині компанії; дає змогу співробітникам знаходити внутрішні вакансії, проекти та менторів;

- Fuel50: інтерактивна платформа для розвитку кар'єрних напрямів працівників; допомагає HR-менеджерам автоматизувати процеси навчання та кар'єрного коучингу;

- Eightfold AI: аналізує навички працівників і прогнозує можливості кар'єрного розвитку; рекомендує навчальні курси та кар'єрні переходи на основі AI.

3. Платформи для підбору, оцінки та навчання персоналу:

- Cornerstone OnDemand: об'єднує навчання, управління талантами та кар'єрний розвиток; допомагає автоматизувати адаптацію нових співробітників і розвиток кар'єрних навичок;

- Degreed: дозволяє створювати індивідуальні навчальні плани та кар'єрні стратегії; використовує AI для підбору релевантного контенту для професійного зростання;

- EdCast by Cornerstone: платформа для навчання та розвитку навичок із вбудованими рекомендаціями для кар'єрного зростання; інтегрується з HR-системами для автоматизації планування розвитку персоналу.

Виходячи з вище зазначеного, можна зробити висновок, що платформи допомагають компаніям утримувати таланти, підвищувати залученість співробітників і автоматизувати кар'єрне зростання.

Великі дані (Big Data) відіграють ключову роль у сучасному управлінні кар'єрою, дозволяючи компаніям аналізувати тренди розвитку персоналу, прогнозувати майбутні потреби у навичках та підвищувати ефективність HR-рішень.

Big Data забезпечить:

- прогнозування кар'єрного зростання;
- аналіз історичних даних про співробітників дозволяє передбачити, які навички та досвід ведуть до просування;
- AI-моделі можуть рекомендувати кар'єрні треки на основі успішних кейсів у компанії;
- визначення майбутніх потреб у кадрах;
- аналіз ринку праці та внутрішніх HR-даних допомагає виявити дефіцит ключових спеціалістів та спрогнозувати майбутні вакансії;
- використання машинного навчання для визначення найбільш затребуваних компетенцій;
- індивідуалізація кар'єрних рекомендацій.

Окрім того, актуальними інструментами для аналізу кар'єрних шляхів за допомогою Big Data є:

- IBM Watson Talent Insights – аналізує ринок праці та кар'єрні можливості за допомогою AI;
- LinkedIn Talent Insights – використовує великі дані для прогнозування кар'єрних трендів;
- Visier People – HR-аналітика для оцінки залученості та кар'єрного розвитку персоналу;
- Eightfold AI – AI-платформа для управління талантами, прогнозування кар'єрного зростання;
- Gloat – внутрішня кар'єрна платформа, що аналізує дані про навички співробітників.

Таким чином, Big Data у HR-технологіях дозволяє компаніям оптимізувати процеси кар'єрного розвитку, підвищувати продуктивність персоналу та прогнозувати майбутні тренди на ринку праці.

Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень (DSS – Decision Support Systems) у кадровому менеджменті застосовуються для автоматизації аналізу даних, прогнозування та

оптимізації процесів управління персоналом. Вони використовують Big Data, штучний інтелект (AI), машинне навчання (ML) та аналітику для підвищення ефективності HR-рішень.

Основними функціями інтелектуальних HR-систем є:

- аналіз і прогнозування кар'єрного розвитку;
- AI-моделі оцінюють кар'єрні траєкторії працівників і пропонують оптимальні сценарії розвитку;
- визначення найкращих кандидатів для підвищення або зміни посад;
- визначення співробітників із високим потенціалом та зон розвитку.

Інтелектуальні системи в кадровому менеджменті допомагають компаніям оптимізувати процеси управління персоналом, знизити ризики втрати талантів і підвищити ефективність HR-стратегії.

В умовах цифрової трансформації компаніям доцільно впроваджувати Learning Management Systems (LMS) для автоматизації навчання, підвищення кваліфікації та розвитку кар'єрних навичок співробітників.

Основними етапами, за якими доцільно впровадження системи онлайн-навчання [7, с. 344–349]:

1. Визначення потреб компанії та цілей навчання: аналіз ключових компетенцій, які потрібно розвивати у співробітників; визначення цілей підвищення кваліфікації, адаптація нових працівників, лідерський розвиток.

2. Вибір відповідної LMS-платформи: інтуїтивний інтерфейс та мобільна доступність; інтеграція з HR-системами (Workday, SAP SuccessFactors, Oracle HCM); аналітика та можливість оцінки прогресу; підтримка гейміфікації та інтерактивних курсів.

3. Розробка навчального контенту: відеоуроки та інтерактивні презентації; тести, кейс-стаді, симуляції; VR/AR-навчання для технічних спеціальностей; гейміфіковані завдання для підвищення залученості.

4. Запуск платформи та тестування: пілотне впровадження серед окремих відділів або команд; аналіз відгуків та вдосконалення процесу навчання.

5. Моніторинг ефективності та оновлення контенту: використання AI та Big Data для аналізу ефективності навчальних програм; регулярне оновлення курсів відповідно до змін на ринку праці.

Впровадження системи онлайн-навчання є ключовим етапом управління персоналом у сучасних компаніях. Це дозволить ефективно розвивати компетенції співробітників, адаптувати їх до змін і підвищувати конкурентоспроможність бізнесу.

Цифровізація управління кар'єрою значно змінює підходи до розвитку персоналу, забезпечуючи ефективність, персоналізацію та гнучкість. Водночас вона створює певні виклики, пов'язані з адаптацією технологій та зміною корпоративної культури.

Цифровізація приносить значні переваги як для організацій, так і для працівників. Для організацій вона забезпечує ефективність процесів, персоналізацію розвитку талантів, гнучкість та внутрішню мобільність.

Однією з ключових переваг є підвищення ефективності процесів. Автоматизація HR-аналітики та управління кар'єрними траєкторіями спрощує роботу з персоналом. Використання Big Data та штучного інтелекту дозволяє аналізувати та прогнозувати кар'єрний розвиток співробітників. Крім того, цифрові технології сприяють зменшенню витрат на навчання та адаптацію персоналу.

Цифровізація також сприяє персоналізації розвитку талантів. Впровадження інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень на основі штучного інтелекту та машинного навчання забезпечує індивідуальний підхід до кожного співробітника. Завдяки цьому працівники отримують рекомендації щодо кар'єрних шляхів на основі своїх компетенцій.

Гнучкість та внутрішня мобільність стають можливими завдяки використанню онлайн-навчання, включаючи системи управління навчанням (LMS), мікронавчання та гейміфікацію. Кар'єрні платформи, такі як Workday, Gloat та Eightfold AI, допомагають співробітникам знаходити внутрішні можливості для кар'єрного зростання.

Для працівників цифровізація відкриває нові можливості для гнучкого та доступного навчання. Співробітники можуть

навчатися у зручний час і отримувати персоналізовані рекомендації. Системи LMS дозволяють проходити курси та отримувати сертифікацію дистанційно.

Прозорість кар'єрних можливостей значно підвищується завдяки цифровим платформам, які дозволяють відстежувати досягнення та планувати кар'єру відповідно до власних компетенцій. Інструменти HR-аналітики допомагають отримувати персоналізовані рекомендації для професійного розвитку.

Цифрові технології також сприяють підвищенню мотивації та залученості працівників. Гейміфікація та інтерактивне навчання покращують мотивацію до розвитку, а AI-системи можуть підбирати менторів та коучинг-програми відповідно до кар'єрних цілей кожного співробітника.

Попри всі переваги, цифровізація супроводжується певними викликами. До основних бар'єрів належать технологічні, організаційні та етичні аспекти.

Серед технологічних бар'єрів можна виділити високу вартість впровадження HR-Tech рішень та труднощі інтеграції нових цифрових платформ із існуючими HR-системами. Крім того, персонал повинен мати достатній рівень цифрової грамотності для ефективного використання цифрових інструментів.

Опір змінам серед персоналу є ще однією проблемою. Деякі співробітники можуть не довіряти автоматизованим рекомендаціям щодо кар'єри, а керівники потребують перекваліфікації для роботи з цифровими HR-інструментами.

Захист даних та етичні питання також є важливими викликами цифровізації. Збір та аналіз персональних даних викликає питання конфіденційності, а використання штучного інтелекту може спричиняти упередженість у прийнятті рішень щодо кар'єрного зростання.

Цифровізація кар'єрного управління сприяє ефективному розвитку персоналу, персоналізації навчання та внутрішньої мобільності. Проте її успішне впровадження потребує адаптації корпоративної культури, навчання персоналу та забезпечення прозорості у використанні цифрових інструментів.

Попри численні переваги цифровізації кар'єрного управління, її впровадження супроводжується певними технологічними, організаційними та етичними викликами.

Технологічні бар'єри включають високу вартість впровадження цифрових HR-рішень, що ускладнює їх доступність для малого та середнього бізнесу. Крім того, інтеграція нових технологій із традиційними HRM-системами може викликати труднощі через проблеми сумісності, необхідність налаштування API та адаптації процесів. Ще одним викликом є недостатній рівень цифрової грамотності працівників, що особливо актуально для старшого покоління. Додатково компанії стикаються із залежністю від технологічних постачальників, адже використання SaaS-платформ, таких як Workday чи SAP SuccessFactors, може призводити до труднощів з оновленням, ліцензіями та технічною підтримкою.

Організаційні бар'єри проявляються у вигляді опору змінам серед персоналу, зокрема недовіри до AI-рекомендацій та страху втрати робочих місць через автоматизацію. Також цифровізація потребує змін у корпоративній культурі, орієнтованих на гнучке мислення та безперервне навчання, що не завжди підтримується керівництвом. Додатково ускладнює процес недостатня підтримка з боку топ-менеджменту, який може не бачити цінності цифрових HR-рішень. Крім того, ефективність цифровізації важко оцінити в короткостроковій перспективі, оскільки деякі HR-аналітичні системи не завжди дають об'єктивну оцінку кар'єрного розвитку співробітників.

Етичні бар'єри охоплюють ризики, пов'язані з конфіденційністю та безпекою персональних даних, оскільки AI та Big Data збирають велику кількість інформації, яка може стати мішенню для кібератак. Важливо дотримуватись стандартів захисту даних, таких як GDPR та ISO 27001. Алгоритмічна упередженість також є серйозною проблемою, адже AI-рішення можуть базуватися на історичних даних із дисбалансами, що загрожує справедливості у прийнятті HR-рішень. Етичні питання автоматизації кар'єрного розвитку викликають дискусії щодо ролі AI у прийнятті рішень про підвищення чи звільнення співробітників. Окрім цього,

довіра до цифрових HR-рішень залишається важливим фактором, оскільки працівники можуть сумніватися у прозорості алгоритмів та об'єктивності аналітики.

Таким чином, хоча цифровізація кар'єрного управління має значні переваги, її успішне впровадження потребує комплексного підходу. Важливо грамотно інтегрувати технології у корпоративну культуру, навчати персонал цифровим навичкам, забезпечувати захист персональних даних та боротися з алгоритмічною упередженістю. Також критичною є підтримка керівництва та гнучкість у впровадженні змін.

Цифровізація кар'єрного управління та розвитку персоналу відкриває нові можливості для ефективного планування кар'єрних шляхів як у компаніях, так і для окремих працівників.

Одним із ключових напрямів є використання HR-аналітики та великих даних (Big Data), які дозволяють аналізувати кар'єрні траєкторії співробітників на основі історичних даних. Це допомагає прогнозувати можливі підвищення, ротації та визначати навички, які будуть необхідні у майбутньому. Наприклад, платформа LinkedIn Talent Insights аналізує професійні тренди, попит на певні навички та кар'єрні можливості.

Штучний інтелект (AI) у HR також відіграє важливу роль, оскільки використовується для персоналізованих рекомендацій щодо кар'єрного росту. AI-боти можуть допомагати працівникам знаходити відповідні вакансії та навчальні програми. Яскравим прикладом є IBM Watson Career Coach – AI-платформа, що надає консультації співробітникам щодо їхніх кар'єрних можливостей.

Додатково, значну роль відіграють платформи для онлайн-навчання та розвитку навичок, які дозволяють персоналізовано підбирати навчальні курси відповідно до кар'єрних амбіцій співробітників. Серед найпопулярніших рішень – Coursera for Business та Udemy for Business, які допомагають компаніям організовувати навчальні процеси для своїх працівників.

Корпоративні системи управління талантами, такі як SAP SuccessFactors та Workday, сприяють ефективному відстеженню

кар'єрного прогресу співробітників, формуванню індивідуальних кар'єрних планів та забезпеченню комплексного управління персоналом.

Ще одним перспективним напрямом є гейміфікація та цифрові симуляції, які підвищують залученість працівників до професійного розвитку. Наприклад, платформа Rymetrics використовує нейропсихологічні ігри для оцінки навичок працівників і визначення їхнього потенціалу для різних кар'єрних напрямів.

Практичні приклади успішного застосування цифрових технологій у кар'єрному плануванні можна побачити як в українських, так і в міжнародних компаніях.

Серед українських компаній Київстар активно використовує LMS-системи та AI-аналітику для прогнозування кар'єрних шляхів працівників. Їхня внутрішня платформа дозволяє співробітникам проходити навчання та отримувати рекомендації щодо подальшого розвитку.

Компанія Нова Пошта застосовує автоматизовану HR-систему Workday та онлайн-платформу для навчання персоналу. Використання Big Data допомагає прогнозувати кар'єрний розвиток співробітників та визначати їхні потреби у навчанні.

ПриватБанк впровадив AI-чат-ботів для допомоги співробітникам у виборі кар'єрних можливостей. Додатково банк використовує внутрішню CRM-систему та платформу e-learning для навчання персоналу та підвищення кваліфікації.

Серед міжнародних компаній Google пропонує програму Google Career Certificates та внутрішню LMS-платформу для навчання співробітників. Вони використовують AI-аналітику для відстеження прогресу працівників та надання персоналізованих кар'єрних рекомендацій.

Unilever застосовує AI-платформи для аналізу кар'єрних можливостей співробітників та використовує гейміфіковані підходи для розвитку їхніх навичок.

Deloitte впровадила систему аналітики талантів, яка допомагає визначати оптимальні кар'єрні шляхи для співробітників.

Внутрішня HR-платформа компанії прогнозує кар'єрні тренди та необхідні навички для майбутнього розвитку персоналу.

Таким чином, цифрові технології значно розширюють можливості кар'єрного планування, роблячи його більш персоналізованим та ефективним. Використання AI та Big Data допомагає прогнозувати кар'єрні тренди, а навчальні платформи та HR-системи спрощують доступ до професійного розвитку. Загалом цифровізація HR відкриває нові перспективи як для підприємств, так і для співробітників, забезпечуючи більш гнучке та ефективне управління кар'єрою.

Цифрові технології відіграють ключову роль у сучасному управлінні кар'єрою, сприяючи автоматизації процесів, аналізу великих обсягів даних та персоналізації розвитку персоналу. Це підтверджують успішні кейси впровадження цифрових рішень у провідних компаніях.

Один із таких прикладів – компанія Київстар, яка зіткнулася з необхідністю ефективного управління кар'єрним розвитком понад 4 000 співробітників у різних відділах. Для вирішення цього завдання було впроваджено HR-аналітику на основі Big Data, яка дозволила прогнозувати кар'єрні шляхи. Крім того, компанія розробила внутрішню LMS для персоналізованого навчання та застосувала AI-рішення для автоматизації оцінки продуктивності працівників. У результаті 80 % співробітників почали проходити курси відповідно до прогнозованих кар'єрних шляхів, час на аналіз продуктивності скоротився на 60 %, а плинність кадрів зменшилася на 15 %.

Ще один успішний кейс демонструє компанія Unilever, яка вирішувала проблему централізованого кар'єрного планування для великої кількості співробітників по всьому світу. Для цього було запроваджено AI-платформу Flex Experiences, що пропонує співробітникам можливості кар'єрного розвитку на основі їхніх навичок та інтересів. Також було впроваджено автоматизовану систему оцінки навичок і використано Workday для управління талантами. Завдяки цим змінам 50 % співробітників знайшли нові

кар'єрні можливості всередині компанії, 30 % працівників розширили свій набір навичок, а загальний рівень задоволеності кар'єрним розвитком зріс на 40 % [8, с. 1727–1731].

Компанія Deloitte також успішно застосувала цифрові технології для покращення кар'єрного розвитку своїх співробітників, особливо молодих спеціалістів. Було впроваджено AI-аналіз кар'єрних шляхів, використано чат-боти для надання рекомендацій щодо кар'єри та інтегровано віртуальну платформу навчання, яка автоматично підбирає курси відповідно до потреб працівників. У результаті час ухвалення кар'єрних рішень скоротився на 50 %, 75 % молодих спеціалістів скористалися можливістю внутрішнього зростання, а рівень плинності кадрів знизився на 20 %.

Отже, використання Big Data та AI сприяє персоналізованому кар'єрному плануванню, HR-аналітика дозволяє скоротити час ухвалення рішень і підвищити ефективність розвитку персоналу, а LMS та цифрові платформи навчання допомагають співробітникам розвивати свою кар'єру без зайвих адміністративних витрат.

Впровадження цифрових технологій у процеси управління кар'єрою дозволить значно покращити ефективність планування, розвитку та моніторингу кар'єрних шляхів співробітників. Для організацій, які прагнуть інтегрувати цифрові інструменти у сферу кар'єрного розвитку, доцільно запропонувати кілька ключових рекомендацій.

Одним із важливих кроків є використання HR-аналітики та великих даних (Big Data). Це дозволяє збирати та аналізувати інформацію про кар'єрні шляхи співробітників, прогнозувати їхні потреби у навичках та оцінювати потенційні можливості для розвитку. Завдяки таким платформам можна персоналізувати кар'єрні траєкторії, покращити прийняття рішень щодо розвитку персоналу та забезпечити стратегічне управління кар'єрним ростом.

Ще одним важливим аспектом є інтеграція онлайн-платформ для навчання та розвитку навичок. Використання Learning Management System (LMS) допомагає співробітникам отримувати необхідні знання відповідно до їхніх кар'єрних цілей, формувати

індивідуальні плани розвитку та зменшувати витрати на зовнішнє навчання. Важливо, щоб такі платформи підтримували персоналізовані навчальні маршрути, адаптовані до здібностей і потреб працівників.

Штучний інтелект (AI) також може значно покращити процес управління кар'єрою. AI-платформи аналізують досвід, навички та інтереси співробітників, пропонуючи персоналізовані рекомендації щодо кар'єрного зростання. Впровадження таких рішень допомагає автоматизувати процеси планування кар'єри, підвищити точність прогнозів та зробити навчання більш індивідуалізованим.

Важливу роль у розвитку персоналу відіграє система зворотного зв'язку та менторства. Використання цифрових платформ для обміну досвідом, відеоконференцій та чат-ботів допомагає співробітникам отримувати рекомендації від більш досвідчених колег, що сприяє їхньому професійному зростанню. Оперативний доступ до зворотного зв'язку підвищує мотивацію та залученість співробітників.

Гейміфікація та цифрові симуляції можуть зробити процес кар'єрного розвитку більш інтерактивним. Використання віртуальних тренажерів, онлайн-ігор для розвитку навичок та внутрішніх конкурсів сприяє підвищенню мотивації та залученості співробітників до навчання.

Для ефективного моніторингу кар'єрного розвитку варто використовувати інструменти аналітики, які дозволяють оцінювати досягнення співробітників, аналізувати їхній прогрес та створювати персоналізовані рекомендації щодо подальшого розвитку. Це забезпечить прозорість управління кар'єрним зростанням і надасть змогу швидко реагувати на потреби персоналу.

Також важливо впроваджувати системи прогнозування кар'єрних напрямів, які допомагають визначати ключові показники кар'єрного зростання, передбачати можливості для просування та оптимізувати управління талантами. Використання AI та аналітики у цьому процесі спрощує прийняття рішень та підвищує ефективність ротації персоналу.

Інтеграція цифрових інструментів у процеси управління кар'єрою дозволяє зробити дані процеси більш персоналізованими та ефективними. Використання HR-аналітики, LMS, AI, гейміфікації та інших технологій сприяє створенню сучасної системи кар'єрного розвитку, що відповідає потребам як організацій, так і їхніх співробітників.

Цифровізація вже кардинально змінює способи управління кар'єрою, і в майбутньому технології будуть відігравати ще більш важливу роль у даному процесі. Основними тенденціями, які впливатимуть на планування кар'єри в найближчі роки (рис. 1):

1. Розвиток штучного інтелекту (AI) та автоматизація кар'єрного розвитку. AI та машинне навчання будуть використовуватися для глибшого аналізу кар'єрних можливостей. Вони зможуть пропонувати співробітникам індивідуалізовані кар'єрні шляхи, враховуючи не тільки поточні навички, але й передбачення майбутніх тенденцій на ринку праці.

Штучний інтелект також може автоматично оцінювати продуктивність співробітників і надавати рекомендації щодо розвитку без необхідності втручання людини.

2. Інтеграція платформ для розвитку та навчання в реальному часі. Інтерактивні платформи навчання та мікро-навчання будуть впроваджуватися на постійній основі, дозволяючи співробітникам отримувати нові знання в реальному часі, безпосередньо на робочому місці.

Вбудовані віртуальні тренажери, симуляції та гейміфікація допоможуть працівникам розвивати навички швидше та ефективніше. Інтернет речей (IoT) та розширена реальність (AR) можуть стати інструментами для розвитку нових навичок у віртуальному середовищі.

3. Поглиблена персоналізація кар'єрного розвитку через Big Data. Це дозволить організаціям аналізувати ще більші обсяги даних про працівників, включаючи їхні навички, попередні досягнення, навчання, професійні уподобання та навіть поведінкові моделі.

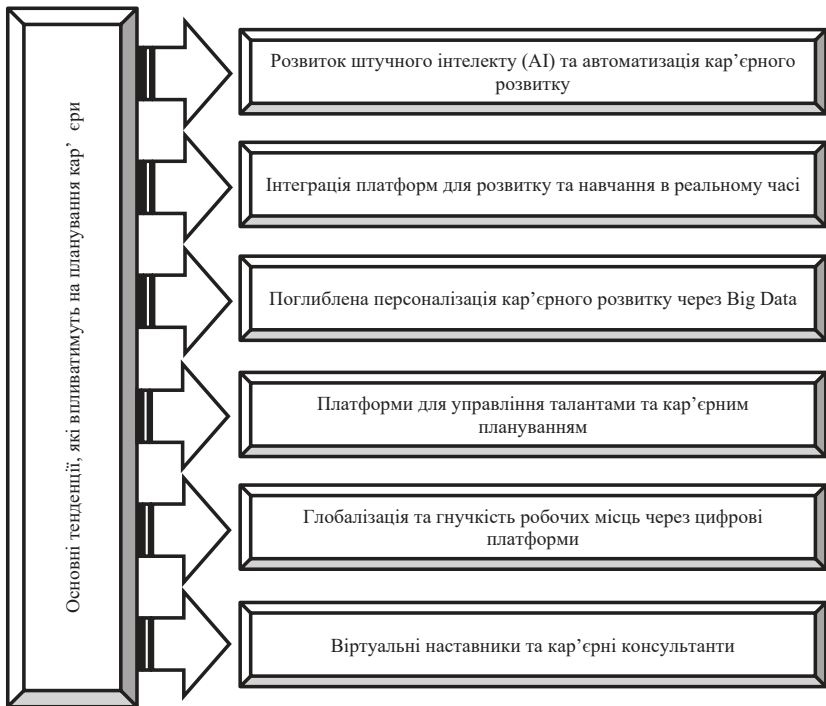


Рис. 1. Основні тенденції, які впливатимуть на планування кар'єри

Джерело: обґрунтовано автором на основі [2–4]

Збір і аналіз цих даних дозволить компаніям точніше прогнозувати кар'єрні шляхи та підвищувати ймовірність успіху співробітників на різних етапах їх розвитку.

4. Платформи для управління талантами та кар'єрним плануванням. Хмарні платформи для управління талантами (наприклад, SAP SuccessFactors, Workday) будуть інтегрувати більше функціональних можливостей, таких як планування кар'єри, ротації, підвищення, навчання та розвиток. Такі платформи також стануть більш гнучкими та інтегрованими, дозволяючи співробітникам активно взаємодіяти з системами та самостійно керувати своїм кар'єрним розвитком.

5. Глобалізація та гнучкість робочих місць через цифрові платформи. Завдяки цифровим технологіям, працівники з різних куточків світу матимуть рівні можливості для розвитку кар'єри.

Віртуальні кар'єрні платформи, які можуть об'єднувати вакансії та навчальні курси з усіх країн, дозволять спеціалістам працювати та навчатися в будь-якому місці, підтримуючи гнучкість та мобільність.

Такі платформи дозволять створити глобальні мережі менторства та кар'єрного розвитку, де працівники зможуть отримувати підтримку від колег по всьому світу.

6. Віртуальні наставники та кар'єрні консультанти. Віртуальні наставники, побудовані на основі штучного інтелекту, будуть надавати персоналізовані консультації щодо кар'єрного розвитку в режимі реального часу.

Такі платформи зможуть поєднувати професійний досвід, менторство та психологічну підтримку для того, щоб допомогти працівникам пройти через різні етапи кар'єрного розвитку.

Таким чином, цифрові технології, зокрема AI, Big Data, платформи для онлайн-навчання та гейміфікація, забезпечать ще більше можливостей для персоналізованого та ефективного управління кар'єрою.

Вплив новітніх технологій, зокрема штучного інтелекту, машинного навчання та блокчейну, на управління кар'єрою є суттєвим та багатограним.

Штучний інтелект сприяє персоналізації кар'єрного розвитку, аналізуючи дані про працівників, їхні навички, досягнення та інтереси, що дозволяє формувати індивідуальні кар'єрні шляхи. Завдяки алгоритмам глибокого навчання система може передбачати найвигідніші напрямки розвитку для співробітників. Крім того, автоматизація оцінки продуктивності за допомогою AI дозволяє точно визначати сильні та слабкі сторони працівників, що сприяє обґрунтованому прийняттю рішень щодо кар'єрного зростання. Аналіз великих даних допомагає виявляти закономірності у розвитку кар'єри та прогнозувати зміни на ринку праці.

Основними перевагами впровадження AI є зниження витрат часу на прийняття рішень, покращення точності прогнозів і підвищення ефективності управлінських процесів.

Машинне навчання відіграє ключову роль у прогнозуванні кар'єрних шляхів, оскільки здатне аналізувати великі обсяги даних про кар'єрні успіхи працівників та будувати прогнози щодо їхнього майбутнього розвитку. Також алгоритми ML підвищують точність рекрутингу, дозволяючи автоматично сканувати резюме та профілі кандидатів, що сприяє швидкому та ефективному підбору персоналу. Аналіз поведінкових даних допомагає оцінювати не лише професійні, але й особистісні характеристики працівників, що сприяє точнішому прогнозуванню їхнього потенціалу. Основні переваги використання ML у кар'єрному управлінні включають підвищення точності підбору кадрів, прогнозування майбутніх можливостей та покращення процесів навчання й розвитку співробітників через персоналізовані рекомендації.

Блокчейн технологія забезпечує прозорість і безпеку кар'єрних даних, дозволяючи зберігати інформацію про кваліфікації, сертифікати та досягнення у захищеному середовищі. Завдяки цьому виключається можливість підробки документів, що підвищує рівень довіри між роботодавцями та працівниками. Смарт-контракти на основі блокчейну автоматизують процеси укладання трудових угод та контрактів, знижуючи адміністративні витрати. Крім того, блокчейн може використовуватись для перевірки кваліфікації кандидатів, що значно спрощує процес оцінки їхніх професійних компетенцій. Основні переваги блокчейну в управлінні кар'єрою включають підвищення безпеки та прозорості даних, зниження витрат на адміністративні процеси та спрощення перевірки професійних досягнень.

Комплексний вплив технологій на управління кар'єрою виражається в підвищенні адаптивності організацій до змін на ринку праці. Завдяки цифровим інструментам можна створювати персоналізовані програми розвитку для кожного співробітника, враховуючи їхні професійні навички та кар'єрні цілі. Також технології

сприяють підвищенню мобільності та гнучкості кар'єрних шляхів, розширюючи доступ до можливостей на глобальному рівні. Впровадження новітніх технологій оптимізує HR-процеси, покращує адаптивність організацій та підвищує ефективність управління персоналом.

Загалом, використання штучного інтелекту, машинного навчання та блокчейну у сфері кар'єрного управління сприяє трансформації підходів до розвитку персоналу. Дані технології не лише підвищують ефективність процесів, але й забезпечують більшу персоналізацію, точність прогнозів і безпеку даних. Завдяки їх впровадженню компанії можуть створювати більш адаптивні, гнучкі та індивідуально орієнтовані стратегії кар'єрного розвитку для своїх співробітників.

Цифровізація трансформує не лише бізнес-процеси, але й саму природу професійних ролей і навичок. Технологічні інновації створюють нові професії, змінюють вимоги до існуючих ролей, а також диктують потребу у нових навичках. Цифровізація сприятиме зміні професійних ролей та навичок через:

1. Зміни у професійних ролях:

- ризик заміни деяких професій: автоматизація та впровадження штучного інтелекту можуть призвести до зменшення потреби в деяких традиційних професіях, таких як операціоністи, касири, водії або деякі спеціалісти в сфері обробки даних;

- створення нових ролей: нові професії, такі як аналітики даних, спеціалісти з машинного навчання, AI-наставники та спеціалісти з кібербезпеки, будуть визнані вищими вимогами. Такі ролі виникають як наслідок цифровізації та потребують спеціалізованих навичок.

2. Зміна навичок у зв'язку з цифровізацією:

- програмування та аналіз даних: навички роботи з великими даними, програмування, та використання хмарних платформ та машинного навчання будуть стає критично важливими для багатьох професій;

- вміння використовувати автоматизовані системи: співробітники повинні будуть вивчити нові інструменти та платформи

для автоматизації процесів, зокрема в управлінні проєктами, обробці даних, фінансовому аналізі;

- адаптивність та готовність до змін: оскільки цифровізація постійно змінює умови роботи, працівники повинні володіти навичками адаптації до нових технологій та способів роботи;

- комунікація та колаборація: оскільки віддалена робота та глобальні команди стають нормою, зростає важливість ефективної комунікації, уміння працювати в команді, використовуючи цифрові інструменти;

- нові професії вимагають синергії між різними галузями. Наприклад, спеціалісти з аналітики даних повинні володіти не лише технічними навичками, але й розумінням галузевих процесів, щоб адаптувати свої рішення до конкретних бізнес-завдань.

3. Прогнозування змін на ринку праці:

- Data Science, AI, Machine Learning: професії, пов'язані з обробкою даних, штучним інтелектом і автоматизацією, будуть затребувані в найближчі десятиліття;

- інженери-програмісти, розробники мобільних додатків: програмування і розвиток нових цифрових рішень стане основою професією для багатьох індустрій;

- професії, що включають рутинну, стандартизовану роботу, ймовірно, будуть автоматизовані за допомогою роботів і штучного інтелекту. Це може стосуватися таких посад, як оператори, касири, а також певні посади в галузях, пов'язаних з фізичною працею.

4. Адаптація до змін: рекомендації для професіоналів:

- постійне навчання: враховуючи стрімкий розвиток технологій, важливо постійно вдосконалювати свої навички. Наприклад, фахівці можуть інвестувати в курси з програмування, штучного інтелекту або аналітики даних;

- розвиток гнучкості: готовність до змін і здатність адаптуватися до нових робочих умов буде критичним фактором успіху;

- інтердисциплінарність: поєднання технічних навичок з розумінням бізнесу, економіки або інших галузей дозволить зайняти лідерські позиції в нових індустріях.

Цифровізація кардинально змінить професійні ролі та навички. Автоматизація та інновації, такі як AI, ML, блокчейн, ведуть до зникнення деяких професій і появи нових. Професіонали повинні бути готовими до змін і активно розвивати як технічні, так і м'які навички. Бізнеси, своєю чергою, повинні інвестувати в навчання своїх співробітників, щоб залишатися конкурентоспроможними в умовах цифрової трансформації.

Висновки. Застосування цифрових технологій у сфері управління кар'єрою є потужним інструментом, що трансформує як організаційні процеси, так і самі стратегії кар'єрного розвитку. Цифровізація надає нові можливості для персоналізації, автоматизації та підвищення ефективності управління кар'єрою, водночас вона ставить перед організаціями нові виклики. Основні результати та висновки щодо використання цифрових технологій у сфері управління кар'єрою:

1. Позитивні аспекти цифровізації управління кар'єрою. Цифрові технології, такі як штучний інтелект (AI) та машинне навчання (ML), дозволяють створювати персоналізовані кар'єрні траєкторії для співробітників, враховуючи їхні інтереси, навички та попередній досвід. Це забезпечує ефективніше управління кар'єрними шляхами та дозволяє працівникам отримувати відповідні рекомендації щодо розвитку.

Цифрові інструменти автоматизують багато процесів, таких як відбір кандидатів, моніторинг продуктивності та управління навчанням. Це дозволяє HR-менеджерам зосередитися на стратегічних завданнях, одночасно знижуючи адміністративні витрати.

Цифрові платформи для віддаленого навчання та управління кар'єрою дозволяють співробітникам з будь-якої точки світу розвивати свої навички, брати участь у програмах розвитку та взаємодіяти з менторами. Це сприяє гнучкості в кар'єрному розвитку, особливо для компаній з глобальними командами.

Завдяки технології блокчейн можна забезпечити надійне зберігання даних про кваліфікації, навички та досягнення співробітників, що підвищує прозорість процесів управління кар'єрою та знижує ризики шахрайства.

2. Визначення викликів та проблем цифровізації в управлінні кар'єрою. Незважаючи на численні переваги, впровадження цифрових технологій може зіштовхнутися з певними технічними труднощами. Це може включати необхідність оновлення існуючих інформаційних систем, інтеграцію нових платформ в уже працюючі процеси та забезпечення доступу до новітніх технологій для всіх працівників.

Перехід до цифрових платформ часто супроводжується опором з боку співробітників, особливо в організаціях із традиційними методами роботи. Потрібно вкладати ресурси в освіту та підтримку персоналу, щоб він міг адаптуватися до нових технологій.

Зростання обсягів даних про співробітників ставить під загрозу конфіденційність особистої інформації. Це вимагає дотримання високих стандартів збереження даних і розробки чітких політик щодо їх використання. Також виникає питання етики в прийнятті рішень за допомогою AI, коли автоматизовані системи можуть мати упередження або приймати рішення, що обмежують права працівників.

3. Перспективи розвитку та майбутні тренди. Очікується, що в майбутньому цифрові інструменти, такі як штучний інтелект, машинне навчання, блокчейн та аналітика великих даних, стануть ще більш інтегрованими в процеси управління кар'єрою. Вони забезпечать ще більшу точність у прогнозуванні кар'єрного зростання, аналізі потенціалу співробітників і оптимізації програм розвитку.

Завдяки цифровим технологіям, співробітники зможуть працювати в різних частинах світу, а також користуватися глобальними платформами для розвитку своїх навичок. Кар'єрне зростання буде менш обмежене географічними межами, а компанії зможуть шукати таланти по всьому світу.

У майбутньому важливо буде забезпечити безперервне навчання та розвиток співробітників через цифрові платформи. Оскільки технології та бізнес-процеси змінюються швидше, ніж коли-небудь, співробітники повинні мати доступ до гнучких та актуальних програм розвитку, що можуть забезпечити постійний розвиток навичок.

4. Рекомендації для організацій:

– інвестувати в технології та інфраструктуру: організації повинні постійно оновлювати свої технологічні платформи, щоб

впроваджувати новітні інструменти для управління кар'єрою та розвитку персоналу;

- навчати персонал цифровим навичкам: оскільки технології змінюються швидко, працівники повинні бути навчені основам цифрових інструментів та розвивати навички використання новітніх платформ;

- розробляти стратегії безпеки та етики: організації мають забезпечити захист даних своїх працівників, розробивши чіткі політики та стандарти зберігання та використання даних;

- підтримувати адаптацію через культуру відкритості до змін: важливо підтримувати культуру, яка заохочує експерименти та прийняття нових технологій серед співробітників.

Застосування цифрових технологій в управлінні кар'єрою є важливим етапом трансформації сучасних організацій. Це дозволить компаніям бути гнучкими, ефективними та забезпечувати індивідуалізований підхід до розвитку своїх співробітників. Однак для успішної цифровізації необхідно подолати ряд викликів, зокрема технічних, організаційних та етичних. Водночас, організації, які зможуть адаптуватися до нових умов, отримають значні конкурентні переваги на ринку праці.

Для успішного впровадження цифрових технологій у сфері управління кар'єрою важливо не лише використовувати наявні інструменти, але й активно досліджувати нові можливості та підходи. Рекомендаціями для подальших досліджень та впровадження технологій є:

1. Розвиток нових цифрових платформ для кар'єрного розвитку. Рекомендується проводити дослідження щодо нових технологій, таких як блокчейн для забезпечення прозорості кар'єрного розвитку, аналітика великих даних для прогнозування кар'єрних шляхів, а також інструменти для аналізу емоційного інтелекту для розвитку співробітників.

2. Покращення етики та конфіденційності даних. Необхідність провести глибоке дослідження щодо етики використання штучного інтелекту в HR-процесах, особливо в контексті

упередженості алгоритмів та забезпечення справедливості при прийнятті рішень.

Продовжити дослідження методів забезпечення безпеки даних працівників на всіх етапах використання цифрових технологій. Включаючи блокчейн для зберігання даних, який гарантує їх надійність та захист від несанкціонованого доступу.

3. Вивчення впливу цифрових технологій на культуру організацій. Потрібно детально вивчити, як цифровізація впливає на організаційну культуру і як співробітники реагують на автоматизацію та зміну традиційних методів роботи. Це допоможе зрозуміти, які бар'єри можуть виникати в організаціях і як їх подолати.

Вивчення того, як цифровізація може вплинути на психологічний стан співробітників, особливо в контексті відчуття заміщення або недостатньої людської взаємодії. Це дозволить створити ефективні стратегії адаптації до змін.

4. Подальше вдосконалення інструментів навчання та розвитку. Рекомендується розвивати платформи для безперервного навчання з інтеграцією сучасних технологій, таких як виробничі симуляції, гейміфікація та VR/AR, щоб створити більш інтерактивний та ефективний процес навчання.

5. Розробка стандартів і політик щодо цифрових інструментів у HR. Розроблення правил та регламенту використання цифрових інструментів у HR-процесах, що включатимуть етичні стандарти, правила конфіденційності та безпеки даних гарантуватиме доступність та прозорість усіх HR-операцій, створюючи умови для легітимності та довіри в процесах кар'єрного розвитку.

6. Оцінка ефективності впровадження цифрових технологій. Необхідно проводити регулярні оцінки ефективності використання цифрових інструментів у HR-процесах для вимірювання їхнього впливу на кар'єрне зростання, задоволеність співробітників та ефективність організацій.

7. Впровадження інклюзивності та доступності. Продовжувати працювати над створенням інклюзивних цифрових платформ, доступних для всіх працівників, включаючи осіб з обмеженими можливостями, різних вікових груп і культур.

Отже, подальші дослідження та впровадження цифрових технологій у сфері кар'єрного розвитку є критично важливими для того, щоб забезпечити ефективне, етичне та гнучке управління кар'єрою в умовах сучасного технологічного прогресу. Це вимагає не лише технічних інновацій, але й уваги до культурних, етичних та психологічних аспектів, що забезпечать успішне і стійке впровадження цих технологій у бізнес-практику.

Серед використаних джерел

1. Hooley T., Staunton T. The Role of Digital Technology in Career Development. *The Oxford Handbook of Career Development*. Oxford: Oxford University Press. URL: <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190069704.013.22> (date of access: 23.03.2025).
2. Macedo R., Veloso E., Pinsky V., Trevisan L. Career management in digital age: a study of leadership's competencies and practices applied for IT professionals. *Revista De Administração Da UFSM*. 2023. Vol. 16 (1). № 3. URL: <https://doi.org/10.5902/1983465969082> (date of access: 25.03.2025).
3. Veloso E., Silva R. C. D., Trevisan L., Dutra J. Technological innovations in the work environment and the career of the millennium generation. *Innovation & Management Review*. 2020. Vol. 17. № 4. P. 379–394. URL: <https://doi.org/10.1108/inmr-05-2019-0070> (date of access: 26.03.2025).
4. Prytkova E., Petit F., D. Li, S. Chaturvedi, Sugat, T. Ciarli. The Employment Impact of Emerging Digital Technologies. *SSRN Electronic Journal*. 2024. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4739904> (date of access: 23.03.2025).
5. Putri A., Amran A. Employees' Work-Life Balance Reviewed From Work From Home Aspect During COVID-19 Pandemic. *International Journal of Management Science and Information Technology*. 2021. Vol. 1. № 1. P. 30. URL: <https://doi.org/10.35870/ijmsit.v1i1.231> (date of access: 20.03.2025).
6. Anderson, M. M. de M., Veloso, E. F. R., Trevisan, L. N., Stefani, S. R. Career transition of middle-aged professionals. *Revista de*

Administração da UFSM. 2021. Vol. 14. № 1. P. 63–78. URL: <https://doi.org/10.5902/1983465963592> (date of access: 17.03.2025).

7. Daniel H., Nicholas F., Chavali K., Gundala R. The Perceived Effects of Graduate Business Education on Personal and Professional Development: An Empirical Study. *TEM Journal*. 2023. Vol. 12. № 1. P. 341–350. URL: <https://doi.org/10.18421/tem121-43> (date of access: 17.03.2025).

8. Setyaningrum L., Abdurachman E., Harco L. H. S. Warnars, Abraham J. Markov Chain Method in Calculation of Personnel Recruitment Needs. *TEM Journal*. 2022. Vol. 14, no. 4. P. 1724–1731. URL: <https://doi.org/10.18421/tem114-38> (date of access: 25.03.2025).

МАЛТИЗ Вікторія Віталіївна,

к.е.н., доцент, в. о. завідувача кафедри
управління персоналом і маркетингу,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3863-6456>

КАЛЮЖНА Юлія Вікторівна,

к.е.н., доцент кафедри
управління персоналом і маркетингу,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-3335-6551>

3.5. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ ЦИФРОВОЇ ГРАМОТНОСТІ ТА СОЦІАЛЬНИХ НАВИЧОК СУСПІЛЬСТВА В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Вступ. В умовах кадрового голоду та потреби кваліфікованих кадрів у всіх галузях економіки особливу цінність набуває уміння налагоджувати відносини в колективі, керувати емоціями для спільного досягнення цілей, крім того, слід

наголосити, що розвиток комунікації на ринку праці все більше залежить від цифрової інфраструктури, а спілкування між людськими ресурсами значною мірою перейшло в онлайн-формат. Водночас, цифрові навички стають ключовою вимогою на сучасному ринку праці, пронизуючи всі сфери суспільства та економіки. Це відображено в «Концепції розвитку цифрових компетентностей до 2025 року», яка передбачає стимулювання цифрової трансформації економіки тощо [4]. Актуальність теми відображається у необхідності формування стратегії цифрової грамотності та соціальних навичок суспільства в Україні в сучасних умовах.

Виклад основних результатів дослідження. У провідних країнах світу формування цифрової грамотності та соціальних навичок (soft skills) розглядається як основа адаптації населення до викликів цифрової трансформації, автоматизації та зміни ринку праці. Проте, в Україні бракує комплексних досліджень у сфері розвитку цифрових компетентностей та соціальних навичок, що ускладнює їхнє вимірювання та адаптацію до потреб ринку праці. Тому такі значні зміни вимагають нових підходів для їхнього впровадження в сучасному суспільстві та бізнесі.

Аналізуючи погляди вчених, слід акцентувати увагу на тому, що в сучасних умовах, особливо в контексті війни та цифрової трансформації науковці наразі вбачають необхідність у формуванні підходів до здобуття суспільством цифрової грамотності та соціальних навичок, піднімають цю проблематику у власних дослідженнях.

Титова Наталія та Меренюк Христина досліджують цифрову грамотність майбутніх педагогів в умовах війни, акцентуючи на ролі дистанційного навчання та онлайн-платформ у підвищенні цифрових компетенцій студентів педагогічних спеціальностей [1].

Шостак Ігор, аналізує розвиток цифрової грамотності здобувачів вищої освіти в Україні як відповідь на воєнні виклики, підкреслюючи важливість цифровізації системи освіти та інформаційної безпеки [2].

Остапенко Ірина у своїх працях досліджують використання цифрових інструментів та соціальних мереж у навчанні в контексті пандемії COVID-19, зосереджуючись на розвитку цифрових, професійних та соціальних компетенцій.

Тетяна Близнюк та Галина Лемко вивчають формування інформаційно-комунікаційної компетентності майбутніх соціальних працівників. В своїх працях формують засоби ефективного формування ІКТ-компетентності та зазначають, що поєднання традиційних та інноваційних засобів, формування ІКТ-компетентності може бути дієвим і результативним підходом для працівників до розвитку своїх навичок та знань [3].

Офіційний сайт I. Factor. ua оприлюднює дослідження фахівців та аналізує цифрову грамотність і цифрову освіту в контексті розвитку інформаційного суспільства, розглядаючи державну політику та концепції цифрового розвитку України з посиланням на необхідність підвищення цифрової грамотності та встановлення цифрової рівності в суспільстві.

Проблематика цифрової грамотності та соціальних навичок суспільства набуває актуальності та потребує ґрунтовних досліджень, а також, практичних пропозицій щодо її вирішення. Ці проблеми вимагають комплексного підходу, як з боку держави (через освітні програми та цифрову інфраструктуру), так і з боку громадських ініціатив, орієнтованих на розвиток цифрової етики, навичок самозахисту в онлайні та ефективної комунікації, передусім фундаментальні наукові дослідження мають сформувати базу, методики, механізми, алгоритми – які матимуть практичне значення та слугуватимуть орієнтирами для прикладної реалізації.

Будувати стратегії для подальшого розвитку варто з усвідомлення проблем. Розбір проблеми низького рівня цифрових і соціальних навичок громадян України за системою Fishbone Diagram (ефективний аналітичний інструмент), допомагає візуалізувати причини основної проблеми, структурувати аналіз за ключовими категоріями (освіта, політика, інфраструктура, середовище

тощо), виявити глибинні чинники, а не лише поверхневі, побачити взаємозв'язки між різними факторами, знайти точки впливу для формування ефективної стратегії розв'язання вказаної в основі діаграми проблеми (рис. 1).

У результаті дослідження схеми Fishbone Diagram можна отримати цілісне бачення проблеми, обґрунтовані рішення, пріоритети для впровадження змін.

Маючи розуміння про причини низького рівня цифрових і соціальних навичок громадян України, слід перейти до формування шляхів вирішення існуючої проблеми. На нашу думку, з метою вирішення проблеми доцільним є детальне дослідження підходів до реалізації програм щодо розвитку цифрових та соціальних навичок у провідних країнах світу.

Аналізуючи досвід провідних країн світу, слід зазначити, що більшість з них розглядають розвиток соціальних та цифрових навичок як частину ширшої національної стратегії в галузі освіти, зайнятості, економічного розвитку та соціальної інтеграції, що є позитивними. Програми часто інтегровані в існуючі освітні системи (від початкової до вищої освіти та навчання протягом життя) та ринок праці. Провідні країни активно працюють над забезпеченням рівного доступу до програм розвитку навичок для всіх верств населення, включаючи вразливі групи (людей з інвалідністю, малозабезпечених, мігрантів, людей похилого віку), формують гнучкі графіки та враховують індивідуальні потреби – це є важливою складовою у прагненні до рівності громадян з інклюзивністю.

Моделі програм по формуванню цифрової грамотності та соціальних навичок суспільства – є успішними для інтеграції їх для українських громадян, вони передбачають тісну співпрацю між державними органами, акцент робиться на розвитку не лише базових цифрових навичок, але й більш складних компетенцій, таких як критичне мислення, креативність, комунікація, співпраця та вміння навчатися (табл. 1).



Рис. 1. Розбір проблеми низького рівня цифрових і соціальних навичок громадян України за системою Fishbone Diagram

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 1

Порівняння національних стратегій цифрової освіти

Країна	Назва програми/стратегії	Цільова аудиторія	Особливості підходу
Фінляндія	Media Literacy & Curriculum	Школярі	Інтеграція в навчальні програми
Німеччина	Digitale Bildung	Учні, вчителі, працівники	Цифрові інструменти в освіті, сертифікація
Сінгапур	SkillsFuture	Дорослі громадяни	Навчання протягом життя
Канада	Digital Literacy Exchange	Уразливі верстви населення	Безкоштовні курси в громадах

Джерело: сформовано авторами

У країнах ЄС, США, Канаді, Південній Кореї та Сінгапурі ці процеси підтримуються на державному рівні через національні стратегії, партнерства з приватним сектором і впровадження інноваційних освітніх платформ.

У Фінляндії цифрова грамотність інтегрована в загальну освіту, з початкової школи учні працюють з інформацією, навчаються розпізнавати фейкові новини, захищати персональні дані, а також розвивають емоційний інтелект і вміння співпрацювати.

У Німеччині впроваджено програму Digitale Bildung, що охоплює всі рівні освіти, включаючи професійну перепідготовку. Акцент зроблено на розвитку цифрових компетентностей працівників, зокрема через онлайн-курси і мікро-сертифікацію.

Сінгапур реалізує ініціативу SkillsFuture, де громадяни можуть безкоштовно або за часткову оплату здобути цифрові та соціальні навички через курси, незалежно від віку.

У Канаді діють урядові програми підтримки цифрової інклюзії для вразливих груп населення – зокрема, людей похилого віку, мігрантів і мешканців віддалених регіонів.

Таблиця 2

**Основні цифрові та соціальні навички, що розвиваються
в міжнародних програмах**

Тип навички	Приклади	Мета розвитку
Цифрова грамотність	Кібербезпека, аналіз даних, онлайн-етикет	Адаптація до цифрового середовища
Комунікативні	Вміння вести переговори, співпраця	Ефективність у командній роботі
Критичне мислення	Аналіз інформації, прийняття рішень	Протидія дезінформації, інноваційність
Емоційний інтелект	Саморефлексія, емпатія	Соціальна стійкість і лідерство

Джерело: сформовано авторами

Значна частина міжнародного досвіду демонструє, що ефективне формування цифрових та соціальних компетентностей можливе лише за умов цілісного, міжвідомчого підходу, коли освіта, соціальна політика, економіка та ІТ-сектор співпрацюють задля спільної мети. Для прикладу, у Нідерландах діє система 21st Century Skills, яка в рамках шкільної та професійної освіти охоплює розвиток таких компетенцій, як цифрове мислення, командна робота, підприємливість, уміння вчитися. Зміст курсів регулярно оновлюється відповідно до змін на ринку праці. Навчальні заклади отримують державну підтримку для впровадження цифрових платформ, а вчителі – безперервне підвищення кваліфікації.

У Франції держава інвестує в проєкти з розвитку інклюзивної цифрової освіти для жінок, мігрантів та осіб, які втратили роботу через автоматизацію. Спеціальні програми навчання включають як технічні навички (робота з CRM-системами, базовий кодинг), так і тренінги зі стресостійкості, адаптивності та лідерства.

У США значну роль відіграють недержавні ініціативи, як Code.org чи Girls Who Code, що популяризують цифрову освіту серед

молоді. Водночас великі компанії (Google, Microsoft) пропонують безкоштовні програми, орієнтовані на доросле населення та людей без вищої освіти, сприяючи перекваліфікації та підвищенню мобільності на ринку праці [6].

Досліджений позитивний європейський досвід, досвід провідних країн та вище представлений аналіз проблем дає можливість розробити стратегію формування цифрової грамотності та соціальних навичок суспільства України (рис. 2).

Згідно з представленою схемою, стратегія формування цифрової грамотності та соціальних навичок суспільства України включає такі ключові напрямки, як мотивація громадян, через підвищення зацікавленості у навчанні через інформування, демонстрацію зв'язку між навичками та прибутком, надання грантів та стипендій, а також сприяння кар'єрному зростанню завдяки розвитку критичного мислення, комунікації та ІТ-навичок. Освіта та навчальні програми, а саме інтеграція цифрових та соціальних навичок у шкільні та університетські курси, створення онлайн-курсів та платформ для самостійного навчання, а також створення центрів цифрової освіти у громадах. Професійний розвиток, створення програм перекваліфікації та підвищення кваліфікації, співпраця з роботодавцями для визначення необхідних навичок та впровадження системи сертифікації цифрових компетентностей. Культурна трансформація, залучення громадських організацій до популяризації цифрової освіти, підтримка ініціатив для навчання людей різного віку та проведення інформаційних кампаній для підвищення мотивації до навчання.

Покращення інфраструктури, оснащення навчальних закладів сучасною технікою та забезпечення широкосмуговим інтернетом у всіх регіонах. Політична підтримка та фінансування, розробка національної стратегії розвитку цифрових навичок, забезпечення стабільного фінансування освітніх програм та встановлення стандартів цифрових компетентностей.

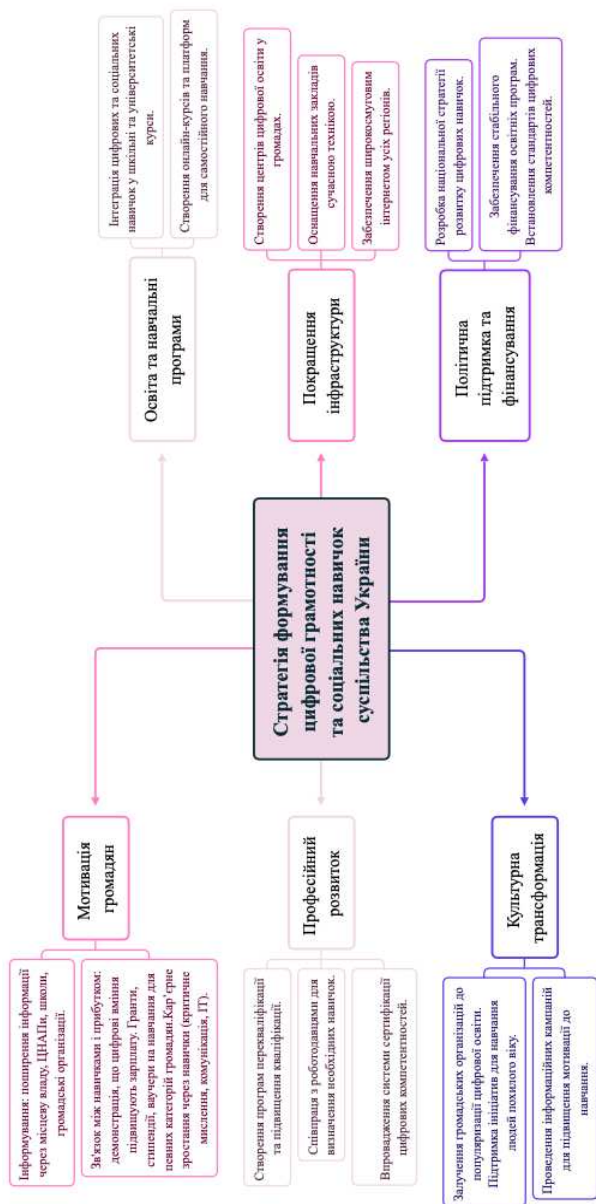


Рис. 2. Стратегія формування цифрової грамотності та соціальних навичок суспільства України

Джерело: розроблено авторами

Висновки. Отже в результаті реалізації стратегії в Україні вона матиме такі перспективи: підвищення цифрової грамотності населення, що сприятиме їхній соціальній та економічній активності, розвиток ринку праці, оскільки працівники з цифровими та соціальними навичками будуть більш конкурентоспроможними. Зменшення цифрового розриву між різними групами населення та регіонами, створення умов для інноваційного розвитку та цифрової трансформації економіки, підвищення ефективності державного управління та надання послуг громадянам.

Але попередньо необхідно забезпечити фінансування та ресурси, координацію зусиль зацікавлених сторін, подолати цифрову нерівність та забезпечити доступ до технологій для всіх громадян. Також важливим є забезпечення якості та актуальності навчальних програм, підтримка мотивації громадян до навчання протягом життя. Та варто усвідомити, що успішна реалізація стратегії вимагає комплексного підходу, політичної волі, залучення ресурсів та активної участі громадянського суспільства.

Список використаних джерел

1. Титова Н., Меренюк К. Цифрова грамотність майбутніх вчителів у реаліях масштабної військової агресії (український досвід). *Futurity Education*. 2022. 2 (3). С. 50–61. URL: <https://doi.org/10.57125/FED/2022.10.11.33> (дата звернення: 7.05.2025).
2. Шостак І. О., Ніколенко К. В., Петровська К. В. Розвиток цифрової грамотності здобувачів вищої освіти в Україні як відповідь на воєнні виклики. *Академічні візії*. 2024. 30. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/1057> (дата звернення: 10.05.2025).
3. Остапенко І. Використання цифрових засобів та соціальних медіа для навчання: український досвід в умовах пандемії COVID-19. In: *Trends in Development of Innovative Scientific Research in the Context of Global Changes*. Baltija Publishing, м. Рига, Латвія, 2023. С. 75–78.
4. Близнюк Т., Лемко Г., Близнюк О., Фомін С. Традиційні та інноваційні засоби ефективного формування ікт-компетентності

соціальних працівників. *Гірська школа Українських Карпат*. 2023. 28. С. 11–15. URL: <https://doi.org/10.15330/msuc.2023.28.11-15> (дата звернення: 3.05.2025).

5. Дашко І. М, Михайліченко Л. В. Тенденції розвитку цифрової економіки в Україні та країнах ЄС. Ефективна економіка, 2024. № 7. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.7.30> URL: <https://www.nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/4206> (дата звернення: 3.05.2025).

6. Кабінет Міністрів України. Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації : розпорядження від 03 берез. 2021 р. № 167-р. Київ, 2021. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-koncepciyi-rozvitku-cifrovih-kompetentnostej-ta-zatverdzhennya-planu-zahodiv-z-yiyi-realizaciyi-167-030321> (дата звернення: 3.05.2025).

7. Співак І., Мігус І., Гребен С. Порівняльний аналіз розвитку цифрових компетенцій в освіті дорослих. *Pedagogy and Education Management Review*. 2024. 2 (16). С. 18–27. URL: <https://doi.org/10.36690/2733-2039-2024-2-18-27> (дата звернення: 6.05.2025).

ОЛЕЙНІКОВА Людмила Григорівна,

д.е.н., старший науковий співробітник,
ДННУ «Академія фінансового управління»,
м. Київ, Україна

ODCID: <https://orcid.org/0000-0001-8204-4434>

МАКАЗАН Євгенія Василівна,

к.е.н., доцент, доцент кафедри бізнес-адміністрування
і менеджменту зовнішньоекономічної діяльності,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5855-0476>

ПРОСКУРА Олексій Дмитрович,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна

3.6. АДАПТАЦІЯ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ДОСВІДУ УПРАВЛІННЯ ЦИФРОВІЗАЦІЄЮ БЮДЖЕТНОЇ СИСТЕМИ В УКРАЇНСЬКИХ РЕАЛІЯХ

Вступ. У сучасному світі цифровізація стала визначальним чинником соціально-економічного розвитку країн. Особливої актуальності цей процес набуває у сфері публічних фінансів, де ефективне управління бюджетними ресурсами має безпосередній вплив на стабільність держави, добробут громадян та розвиток економіки. В умовах стрімкого розвитку цифрових технологій виникає потреба у перегляді традиційних моделей управління бюджетною системою, адаптуючи їх до нових реалій та потреб суспільства. Тож, вище зазначеними проблемами займалися науковці Косінські М. [1], Кресс М. [2], Ленорман М., Рамаско Дж. [3], Регеда Ю. О., Регеда В. О. [4], Шакір А., Штагеманн Д., Волк М., Джамус Н., Туровський К. [5], Череп А. В., Воронкова В. Г., Олейнікова Л. Г., Череп О. Г. [6], Череп А. В., Огренич Ю. О., Олейнікова Л. Г., Василенко Д. О. [7], Череп О. Г., Олейнікова Л. Г.,

Бехтер Л. А., Веремеєнко О. О. [8], Хаустова В. Є., Крячко Є. М., Бондаренко Д. В. [9], Ян Дж. [10]. Але доцільно акцентувати увагу науковців на адаптації європейського досвіду управління цифровізацією бюджетної системи в українських реаліях.

Виклад основних результатів дослідження. Цифровізація бюджетної системи – це не лише впровадження інформаційних технологій у процеси формування, виконання та контролю за бюджетом. Це також трансформація підходів до управління фінансами, що ґрунтується на принципах прозорості, відкритості, підзвітності та ефективності. Європейський Союз є прикладом регіону, де процес цифрової трансформації бюджетної сфери здійснюється комплексно, із залученням широкого спектру інноваційних рішень та з урахуванням принципів належного врядування.

У багатьох країнах ЄС вже реалізовані успішні практики електронного урядування, впроваджено цифрові платформи для управління державними фінансами, а також функціонують системи електронного аудиту та моніторингу бюджетного процесу в режимі реального часу. Ці приклади є важливим джерелом знань та орієнтиром для країн, які перебувають на етапі реформування своїх бюджетних систем, зокрема України [11].

У контексті цифрової трансформації бюджетного управління Україна демонструє помітний прогрес, хоча рівень впровадження цифрових рішень ще не досяг системного європейського рівня. Останні роки характеризуються активним впровадженням електронних сервісів, платформ і систем, які охоплюють окремі компоненти бюджетного процесу: планування, виконання, облік, контроль та звітність.

Одним із головних досягнень стала поява платформи «Є-data», що забезпечує доступ до публічної інформації про використання бюджетних коштів. Завдяки цьому інструменту громадяни, журналісти, дослідники та представники бізнесу можуть відстежувати витрати державних органів у режимі онлайн. Цей портал є кроком до підвищення прозорості та підзвітності державного сектору, що повністю відповідає європейським практикам відкритих фінансів [12].

Крім того, активно розвивається Інформаційно-аналітична система управління державними фінансами «ІАСУДФ», яка автоматизує процеси планування та контролю за виконанням державного бюджету. Вона дає змогу об'єднувати фінансову інформацію з різних міністерств та відомств, покращуючи координацію між ними [13; 14].

У сфері закупівель було впроваджено систему ProZorro, яка стала символом прозорості в управлінні державними ресурсами. Вона дозволяє проводити закупівлі в електронному форматі, значно скорочуючи можливості для корупції та підвищуючи конкуренцію серед постачальників. Високий рівень автоматизації та інтеграції в бюджетні процеси робить цю систему однією з найуспішніших цифрових ініціатив в Україні [15].

Однак, незважаючи на ці досягнення, цифровізація бюджетної системи залишається фрагментарною. Існує низка викликів, серед яких:

- відсутність єдиної інтегрованої платформи для повного циклу управління бюджетом;
- обмежене використання аналітичних інструментів і ВІ-систем, що ускладнює прийняття стратегічних фінансових рішень;
- низька інституційна спроможність на місцевому рівні, де цифровізація часто відстає від національних ініціатив;
- дефіцит кваліфікованих кадрів, здатних управляти складними цифровими фінансовими системами.

Крім того, питання інформаційної безпеки та захисту персональних даних набуває особливого значення у світлі триваючої воєнної агресії. Забезпечення кіберзахисту цифрових фінансових систем є пріоритетом, оскільки від цього залежить стабільність державних фінансів та довіра громадян до держави.

Таким чином, хоча Україна зробила суттєві кроки в напрямку цифровізації бюджетної системи, необхідно перейти від точкових рішень до комплексної цифрової екосистеми публічних фінансів, орієнтованої на європейські стандарти, інтеграцію даних та аналітичне управління.

Цифровізація бюджетної системи України стикається з низкою структурних, технічних, кадрових і правових бар'єрів, які суттєво впливають на темпи й ефективність реалізації реформ. Незважаючи на наявність позитивних прикладів впровадження цифрових рішень, процес залишається нерівномірним і недостатньо системним.

Одним із основних викликів є відсутність чітко визначеної стратегії цифровізації бюджетної системи на загальнодержавному рівні. Існують окремі ініціативи в межах різних міністерств та відомств, але відсутня єдина архітектура цифрової платформи, яка б інтегрувала всі етапи бюджетного процесу – від планування до аудиту. Така фрагментація ускладнює обмін інформацією та призводить до дублювання функцій і неефективного використання ресурсів.

Брак фахівців, які володіють цифровими навичками та мають досвід роботи з аналітичними платформами, є значною перешкодою. Особливо це відчувається на рівні органів місцевого самоврядування, де кадрова спроможність значно нижча. Без якісної підготовки персоналу навіть найсучасніші технології не можуть бути ефективно використані.

Бюджетна система сама по собі є об'єктом реформ, тому фінансування цифровізації часто є нерівномірним і залежним від зовнішніх донорів. Це обмежує можливості для повномасштабної цифрової трансформації, особливо у менш розвинених регіонах країни.

Українське законодавство часто не встигає за темпами цифровізації. Виникають ситуації, коли нормативна база не враховує новітні цифрові рішення або, навпаки, обмежує їх використання. Це особливо актуально у сфері електронного документообігу, кібербезпеки, захисту персональних даних і цифрової ідентифікації [16].

В умовах війни питання захисту інформаційних систем набуває критичного значення. Часті кібератаки на державні структури демонструють вразливість цифрових платформ. Забезпечення

надійної кібербезпеки потребує постійного оновлення інфраструктури, кваліфікованих спеціалістів і значних інвестицій.

Ще одним бар'єром є відсутність належного рівня довіри громадськості до державного управління. Це стримує активну участь громадян у використанні цифрових інструментів (наприклад, порталів відкритих даних), а також знижує ефективність впровадження цифрових рішень у публічному секторі.

Таким чином, цифрова трансформація бюджетної системи України вимагає системного підходу, який включає модернізацію правового поля, розвиток людського капіталу, створення єдиної цифрової платформи та посилення інформаційної безпеки. Подолання зазначених викликів є ключовою умовою для успішної інтеграції України до європейського фінансового простору.

Аналіз європейських практик цифровізації бюджетної системи свідчить про високу ефективність інтегрованих платформ, прозорість фінансових процесів, централізоване адміністрування та орієнтацію на аналітику. Водночас для успішного перенесення цього досвіду в українські реалії необхідно враховувати специфіку національної інституційної системи, обмежені ресурси та виклики воєнного часу [17].

Україні необхідна цілісна стратегія цифрової трансформації бюджетної системи, затверджена на рівні Кабінету Міністрів. Вона має містити чітко окреслені етапи впровадження, відповідальні органи, джерела фінансування та очікувані результати. Стратегія повинна враховувати європейські цифрові стандарти, зокрема open data, електронну звітність, цифрову ідентифікацію та кіберзахист.

На зразок естонської e-Financials або фінської Kieku доцільно створити єдину платформу, яка об'єднає всі бюджетні процеси: від планування та моніторингу до закупівель, звітності й аудиту. Така платформа має бути сумісною з іншими державними ІТ-системами, мати відкритий API та підтримувати аналітичні модулі BI [18; 19].

Важливою умовою успішної цифровізації є наявність кваліфікованих кадрів. Необхідно розширити програми навчання та підвищення кваліфікації для працівників фінансових підрозділів

органів влади всіх рівнів. Важливим є також розвиток цифрових компетентностей у сфері управлінського аналізу та кібербезпеки.

Як у країнах ЄС, важливо забезпечити не лише відкритість бюджетних даних, а й інструменти для зворотного зв'язку: інтерактивні візуалізації, можливість коментування, участь у консультаціях щодо формування бюджету. Це підвищить довіру громадськості до системи публічних фінансів [20].

Висновки. Україна може скористатися технічною допомогою від ЄС, Світового банку, USAID та інших партнерів для фінансування цифрових проєктів. Доцільно створити окремий фонд підтримки цифрової трансформації публічних фінансів з прозорими критеріями розподілу коштів.

В умовах гібридної війни пріоритетом має стати кібербезпека. Україна має адаптувати європейські норми з кіберзахисту до своїх реалій, створити резервні системи зберігання даних, розширити співпрацю з CERT-EU та аналогічними структурами.

Узагальнюючи, можна сказати, що адаптація європейського досвіду потребує не простого копіювання моделей, а гнучкого та стратегічного впровадження з урахуванням українських реалій. Синергія державної політики, цифрових технологій, людського потенціалу та підтримки міжнародних партнерів здатна забезпечити стійку цифрову трансформацію бюджетної системи України.

Список використаних джерел

1. Kosinski M. With big data comes big responsibility. URL: <https://www.ft.com/content/1c3e27ee-8b2f-11e2-8fcf-00144feabcd0> (Last accessed: 15.03.2025).
2. Kress M M. 2019. Big data for ecological models. In: Jørgensen S E, Fath B D, eds. *Encyclopedia of Ecology* (Volume 1). Amsterdam: Eslsevier. 11–20.
3. Lenormand M., Ramasco J. J. Towards a Better Understanding of Cities Using Mobility Data. *Built Environment*. 2016. Vol. 42. № 3. P. 356–364 URL: https://www.researchgate.net/publication/308861138_Towards_a_Better_Understanding_of_Cities_Using_Mobility_Data (Last accessed: 15.03.2025).

4. Регеда Ю. О., Регеда В. О. Ключові проблеми використання великих даних в інформаційних системах на сучасному етапі розвитку. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського*. Серія: Технічні науки. 2024. Том 35 (74). № 4. С. 182–187. URL: <https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/35-74-4> (дата звернення: 15.03.2025).

5. Shakir A., Staegemann D., Volk M., Jamous N., Turowski K. Towards a concept for building a big data architecture with microservices. *Business information systems*. 2021. P. 83–94. URL: https://www.researchgate.net/publication/352944091_Towards_a_Concept_for_Building_a_Big_Data_Architecture_with_Microservices (Last accessed: 15.03.2025).

6. Череп А. В., Воронкова В. Г., Череп О. Г. Концепція блокчейн-економіки як економіки нового типу в умовах цифровізації. *Modern scientific strategies of development* : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2022. С. 54–61. URL: https://www.eo.kiev.ua/resources/arhivMonographs/mono2022_dev_008.pdf (дата звернення: 15.03.2025).

7. Череп А. В., Огренич Ю. О., Олейнікова Л. Г., Василенко Д. О. Фінансовий ринок України в умовах цифровізації економіки: сучасний стан, проблеми та перспективи. *Реалізація європейського вектору розвитку економіки держави шляхом цифровізації* : колективна монографія / за ред. А. В. Череп, І. М. Дашко, Ю. О. Огренич, О. Г. Череп, В. М. Гельман. Запоріжжя : Видавець ФОП Мокшанов В. В., 2024. С. 252–263. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/24078> (дата звернення: 15.03.2025).

8. Череп О. Г., Олейнікова Л. Г., Бехтер Л. А., Веремєнко О. О. Цифровізація економіки в Україні та Європі: поточний стан, проблеми та обмеження. *Цифровізація як інструмент забезпечення якості надання освітніх послуг з урахуванням європейського досвіду* : колективна монографія / за ред. А. В. Череп, І. М. Дашко,

Ю. О. Огренич, О. Г. Череп. Запоріжжя : видавець ФОП Мокшанов В. В., 2024. С. 86–97. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/24081> (дата звернення: 15.03.2025).

9. Хаустова В. Є., Крячко Є. М., Бондаренко Д. В. Моделювання впливу факторів цифровізації на економічний розвиток країн світу. *Проблеми економіки*. 2024. № 2 (60). С. 61–73. URL: https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2024-2_0-pages-61_73.pdf (дата звернення: 15.03.2025).

10. Yang J. Big data and the future of urban ecology: From the concept to results. *Science China Earth Sciences*. 2020. Vol. 63. № 10. P. 1443–1456. URL: <https://dds.sciengine.com/cfs/files/pdfs/view/1674-7313/6603C72F0F644273839EFC754C507C60-mark.pdf> (Last accessed: 15.03.2025).

11. The Digital Services Act: Censorship Risks for Europe. The Institute of International & European Affairs. December 18th 2024. URL: https://www.iiea.com/digital?gad_source=1&g-braid=0AAAAAD30q8CIFzQDFxvZ27jdQhAMRqDJd&gclid=EAIAI-QobChMI177w68PzjAMVdIWRBR2q-yMNEAAYASAAEgIrkvD_BwE (Last accessed: 15.03.2025).

12. Ministerial Declaration on eGovernment – the Tallinn Declaration. Shaping Europe’s digital future. 06 October 2017. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/ministerial-declaration-egovernment-tallinn-declaration> (Last accessed: 15.03.2025).

13. Electronic Identification and Trust Services. The eIDAS Regulation creates a cross-border legal framework that ensures the interoperability of electronic identification systems across all EU member states. URL: [https://edicomgroup.com/learning-center/eidas-regulation#:~:text=Regulation%20\(EU\)%20n%C2%BA%20910%2F,%2C%20citizens%2C%20and%20public%20authorities](https://edicomgroup.com/learning-center/eidas-regulation#:~:text=Regulation%20(EU)%20n%C2%BA%20910%2F,%2C%20citizens%2C%20and%20public%20authorities) (Last accessed: 15.03.2025).

14. General Data Protection Regulation GDPR. URL: <https://gdpr-info.eu/> (Last accessed: 15.03.2025).

15. Інформаційно-аналітична система: Прозорий бюджет. Є-data – платформа відкритих даних у сфері публічних фінансів. URL: <https://edata.gov.ua/> (дата звернення: 15.03.2025).

16. Офіційний учасник системи державних закупівель PROZORRO. URL: <https://zakupivli.pro/#:~:text=Prozorro> (дата звернення: 15.03.2025).

17. Profit and loss statement. 1 January to 31 December 2023. URL: <https://annualreport2023.hansel.fi/finances/profit-and-loss-statement/> (Last accessed: 15.03.2025).

18. Estonia Brings Digital Focus to EU Presidency. Estonia took over the rotating Presidency of the European Council at the beginning of July, bringing digitalisation and technological progress to the EU's agenda. URL: https://ecas.org/estonia-eu-presidency/?gad_source=1&gbraid=0AAAAADRGKklulPbJC1SGD5zY-hVyQf_Mm8&gclid=EAiaIQobChMIloDQrMbzMV6UKR-BR30thicEAAAYASAAEgLUX_D_BwE (Last accessed: 15.03.2025).

19. Valtiokonttori Yhteiskunnan hyväksi, asiakkaitamme kuunnellen. URL: <https://www.valtiokonttori.fi/blogi/mika-ihmeen-kieku/> (Last accessed: 15.03.2025).

20. What is digital equity? The Internet is for Everyone. URL: https://www.isocfoundation.org/2023/06/what-is-digital-equity/?gad_source=1&gbraid=0AAAAAoZgpagu3dFCxeN8gZQN-J0dNNPZXo&gclid=EAiaIQobChMIItLP6sbzMVJ1qRBR1Nd-QCKEAAAYASAAEgLf6PD_BwE (Last accessed: 15.03.2025).

ЧЕРЕП Алла Василівна,

д.е.н., професор, професор кафедри
фінансів, банківської справи, страхування та фондового ринку,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5253-7481>

ОГРЕНИЧ Юлія Олександрівна,

д.е.н., професор, професор кафедри фінансів,
банківської справи, страхування та фондового ринку,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0294-1889>

ЦЬОМКО Анна Олександрівна,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна

3.7. МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ

Вступ. Пандемія COVID-19 продемонструвала, наскільки критичною є цифровізація для забезпечення стабільності економічних процесів у кризових умовах. Ті країни, які мали цифрову інфраструктуру, змогли швидше адаптуватися до нових умов.

Цифровізація створює глобальні цифрові екосистеми – інноваційні середовища, в яких взаємодіють різні суб'єкти економіки. Ці екосистеми формують нові ланцюги створення вартості та моделі співпраці.

Цифровізація висуває нові виклики, які досліджували науковці: Кімітей Е., Чепквоні Дж., Лагат С., Коскей Д. [1], Лаарі С., Тойлі Дж., Ояла Л. [2], Ленорман М., Рамаско Дж [3], Зайлані С., Шахарудін М. Р., Размі К., Іранманеш М. [4], Сиволапенко Т. Л. [5], Хаустова В. Є., Крячко Є. М., Бондаренко Д. В. [6], Череп А. В., Сарбей Л. С. [7], Череп А., Дашко І., Огренич Ю. [8],

Череп А., Череп О., Огренич Ю., Курченко М. [9], Череп О. Г., Олейнікова Л. Г., Бехтер Л. А., Веремєєнко О. О. [10]. Науковці також досліджували цифрову нерівність, яка проявляється у різному доступі до технологій у різних країнах, регіонах або соціальних групах. Це питання особливо важливе для країн, що розвиваються.

Виклад основних результатів дослідження. Важливим викликом є забезпечення безпеки у цифровому середовищі. Кібератаки, витоки даних, шахрайство – усе це вимагає постійного оновлення політик безпеки і впровадження захисних технологій. Цифровізація також має значний вплив на фінансову систему. Виникнення цифрових валют, розвиток фінтеху, мобільних платежів та блокчейн-рішень змінює архітектуру світової фінансової системи.

На рівні міжнародної політики цифровізація стає предметом стратегічного планування та міждержавного співробітництва. ООН, ЄС, Світовий банк активно підтримують цифрові трансформації в різних регіонах світу. У сучасному світі цифровізація стала ключовим інструментом для планування та управління макроекономічними показниками. Важливим є дослідження особливостей впровадження цифрових технологій у країнах Європейського Союзу, США та Китаї [11].

У ЄС цифровізація економіки є пріоритетом. Ініціатива «Цифровий єдиний ринок» спрямована на усунення бар'єрів у цифровому просторі та створення умов для надання цифрових послуг. Європейська Комісія запровадила «агенду спрощення», спрямовану на зменшення бюрократії та стимулювання інновацій. Ця ініціатива передбачає скорочення адміністративних витрат для компаній та підтримку розвитку зелених технологій, штучного інтелекту та квантових обчислень.

У США цифрові технології використовуються з метою прогнозування макроекономічних показників. Федеральні агентства впроваджують штучний інтелект та машинне навчання для аналізу великих обсягів даних. Наприклад, Бюро трудової статистики використовує ці технології для покращення точності економічних

прогнозів. Дослідження показують, що використання даних про платежі та машинного навчання може значно покращити точність короткострокових економічних прогнозів, особливо під час кризових періодів.

Китай активно впроваджує цифрові технології в управління економікою. Уряд використовує штучний інтелект для аналізу великих обсягів даних та прийняття рішень. Наприклад, під час пандемії COVID-19 було запроваджено мобільний додаток для відстеження контактів, що допомогло ефективно контролювати поширення вірусу. Крім того, Китай інвестує значні кошти в розвиток індустріальної політики, спрямованої на підтримку цифрових технологій та інновацій [12].

Отже, ЄС, США та Китай активно впроваджують цифрові технології в економічне планування. Однак підходи відрізняються: ЄС зосереджується на створенні єдиного цифрового ринку та підтримці інновацій; США – на використанні штучного інтелекту для аналізу даних; Китай – на централізованому впровадженні цифрових технологій в управління економікою.

Відповідно, цифровізація є ключовим фактором у сучасному макроекономічному плануванні, дозволяючи країнам ефективно реагувати на загрози, ризики, фактори ринкового середовища.

У контексті глобальної економічної трансформації, де цифровізація виступає каталізатором фундаментальних змін, критично важливим є проведення ретельного порівняльного аналізу результативності впровадження цифрових підходів у різних економічних системах світу. Цей аналіз має на меті не лише ідентифікувати успішні практики та потенційні пастки, але й виявити ключові фактори, що визначають ефективність цифрової трансформації на макроекономічному рівні. Розуміння цих факторів є важливим для розробки обґрунтованих стратегій цифрової модернізації, спрямованих на досягнення сталого та інклюзивного економічного зростання.

Проведення порівняльного аналізу результативності цифрового підходу вимагає застосування комплексної методології,

що включає визначення релевантних макроекономічних індикаторів, вибір репрезентативної вибірки країн з різними рівнями цифрової зрілості, а також використання кількісних та якісних методів дослідження. До ключових макроекономічних індикаторів, що підлягають аналізу, належать темпи зростання ВВП, рівень продуктивності праці, обсяги прямих іноземних інвестицій у цифрову інфраструктуру та технології, рівень зайнятості у високотехнологічних секторах, індекси цифрової економіки та суспільства (DESI), а також показники інноваційної активності та науково-дослідної діяльності.

Аналіз досвіду країн-лідерів цифрової трансформації, таких як країни Північної Європи (Швеція, Данія, Фінляндія), Сінгапур та США, демонструє позитивний кореляційний зв'язок між рівнем цифрової зрілості та основними макроекономічними показниками. Ці країни характеризуються високим рівнем проникнення широкосмислового інтернету, розвиненою цифровою інфраструктурою, активним впровадженням цифрових технологій у бізнес-процеси та державне управління, а також значними інвестиціями в науково-дослідну діяльність у сфері інформаційних технологій [13].

Одним із ключових механізмів впливу цифрової трансформації на макроекономічний розвиток є підвищення продуктивності праці. Використання сучасних цифрових технологій (автоматизація, роботизація, штучний інтелект, аналіз великих даних) дозволяє оптимізувати виробничі процеси, зменшити витрати часу та ресурсів, а також підвищити якість продукції та послуг. Зокрема, країни з високим рівнем цифрової інтенсивності демонструють високі темпи зростання продуктивності праці порівняно з країнами з нижчим рівнем цифрової зрілості.

Поряд з цим, вплив цифрової трансформації на ринок праці є багатограним. З одного боку, автоматизація та роботизація можуть призвести до скорочення робочих місць у певних секторах економіки. З іншого боку, цифровізація створює нові робочі місця у високотехнологічних галузях, таких як розробка програмного забезпечення, кібербезпека, аналіз даних, штучний інтелект.

Порівняльний аналіз показує, що країни, які активно інвестують у перекваліфікацію та підвищення цифрової грамотності населення, краще адаптуються до змін на ринку праці, пов'язаних з цифровою трансформацією.

Цифрова трансформація також виступає потужним фактором залучення прямих іноземних інвестицій. Розвинена цифрова інфраструктура, сприятливе регуляторне середовище для цифрового бізнесу, наявність кваліфікованих фахівців у сфері інформаційних технологій та високий рівень цифрової грамотності населення є ключовими критеріями для іноземних інвесторів при прийнятті рішень щодо інвестування в економіку країни. Порівняльний аналіз свідчить про те, що країни, які активно впроваджують цифрові стратегії, залучають значно більші обсяги іноземних інвестицій у високотехнологічні сектори.

Ефективність цифрової трансформації значною мірою залежить від державної політики та регуляторного середовища країни-лідери у сфері цифровізації характеризуються наявністю чітких національних стратегій цифрової трансформації, сприятливим законодавством для розвитку цифрового бізнесу, підтримкою інновацій та науково-дослідної діяльності, а також інвестиціями у розвиток цифрової інфраструктури та людського капіталу. Порівняльний аналіз підкреслює важливість активної та скоординованої державної політики для успішного впровадження цифрових підходів на макроекономічному рівні.

Цифрова трансформація також пов'язана з певними проблемами та викликами. До них належать ризики кібербезпеки, питання конфіденційності даних, поглиблення цифрової нерівності, необхідність адаптації систем освіти та професійної підготовки до нових вимог ринку праці, а також потенційні соціальні та етичні наслідки широкого впровадження штучного інтелекту. Порівняльний аналіз досвіду різних країн дає змогу визначити ефективні підходи до управління цими ризиками та мінімізації негативних наслідків цифрової трансформації.

Проведений порівняльний аналіз результативності цифрового підходу переконливо свідчить про його значний позитивний

вплив на макроекономічний розвиток країн світу. Цифровізація сприяє підвищенню продуктивності праці, залученню інвестицій, створенню нових робочих місць у високотехнологічних секторах та стимулює інноваційну діяльність. Водночас, успішне впровадження цифрових підходів вимагає активної та скоординованої державної політики, спрямованої на розвиток цифрової інфраструктури, підтримку інновацій, підвищення цифрової грамотності населення, здійснення управління ризиками, пов'язаними з цифровою трансформацією.

Подальші дослідження у сфері порівняльного аналізу результативності цифрового підходу слід спрямувати на вивчення впливу конкретних цифрових технологій (штучний інтелект, блокчейн, інтернет речей) на різні аспекти макроекономічного розвитку, аналіз регіональних відмінностей у впровадженні цифрових стратегій, а також розробку комплексних моделей оцінки ефективності цифрової трансформації з урахуванням специфіки різних економічних систем. Такі дослідження матимуть важливе практичне значення для розробки обґрунтованих рекомендацій щодо формування ефективних національних стратегій цифрової модернізації.

Для країн, що розвиваються, сфера цифрового планування відкриває безпрецедентні можливості для прискореного та сталого економічного розвитку. Традиційні методи макроекономічного планування часто стикаються з обмеженнями, пов'язаними з недостатністю та низькою якістю даних, складністю їхнього збору та обробки, а також з труднощами в побудові точних прогнозних моделей. Цифровізація пропонує інструменти, здатні подолати ці перешкоди, забезпечуючи більш ефективне та обґрунтоване прийняття рішень у сфері економічної політики.

Однією з ключових перспектив є можливість значного покращення збору та аналізу даних. Цифрові технології, такі як мобільний зв'язок, супутникові знімки, сенсорні мережі та платформи соціальних мереж, можуть генерувати величезні обсяги даних у режимі реального часу. Ці дані, охоплюючи широкий спектр економічних та соціальних показників, можуть бути використані

для більш точного розуміння стану економіки, визначення тенденцій та прогнозування майбутніх змін.

Використання технологій великих даних (Big Data) та штучного інтелекту (ШІ) дозволяє обробляти складні масиви інформації, виявляти приховані закономірності та будувати більш точні макроекономічні моделі. Вищезначене дає змогу урядам країн, що розвиваються, розробляти ефективні стратегії економічного розвитку, спрямовані на досягнення конкретних цілей у сферах зростання ВВП, зайнятості, інфляції та інших ключових макроекономічних показників [14].

Цифрове планування також сприяє підвищенню прозорості та підзвітності у процесі розробки та виконання економічної політики. Публікація даних та планових документів в онлайн-форматі, використання інтерактивних платформ для залучення громадськості до обговорення економічних пріоритетів та моніторингу виконання планів може підвищити довіру до уряду та сприяти більш широкій підтримці реформ.

Слід відзначити, що цифрові технології відкривають нові можливості для залучення інвестицій та стимулювання підприємництва в країнах, що розвиваються. Створення онлайн-платформ для реєстрації бізнесу, отримання дозволів та ліцензій, забезпечення доступу до інформації про ринки та можливості фінансування може значно спростити ведення бізнесу та сприяти зростанню приватного сектору.

Важливим аспектом є також можливість впровадження цифрових інструментів з метою покращення управління державними фінансами. Впровадження електронних систем бюджетування, закупівель та оподаткування дозволить покращити стан використання державних коштів, зменшити корупцію та збільшити надходження до бюджету, що є критично важливим для фінансування програм розвитку.

Цифровізація також може відіграти ключову роль у розвитку людського капіталу. Зокрема, надання доступу до якісної онлайн-освіти та програм професійної підготовки, використання

цифрових платформ для поширення знань та навичок може допомогти подолати освітні розриви та підготувати робочу силу до вимог сучасної економіки.

Однак, для реалізації цих перспектив країни, що розвиваються, повинні подолати низку викликів. До них належать недостатній рівень розвитку цифрової інфраструктури, відсутність належного правового регулювання у сфері цифрової економіки, низький рівень розвитку цифрових компетентностей населення, а також ризики, пов'язані з кібербезпекою та захистом персональних даних.

Успішне впровадження цифрового планування вимагає комплексного підходу, що включає інвестиції в розвиток інфраструктури, розробку національних стратегій цифрової трансформації, навчання кадрів, створення сприятливого регуляторного середовища та забезпечення широкого доступу до цифрових технологій для всіх верств населення.

Міжнародна співпраця може відіграти важливу роль у підтримці країн, що розвиваються, в напрямку цифрової трансформації. Обмін досвідом, надання технічної допомоги та фінансової підтримки з боку розвинених країн та міжнародних організацій може значно прискорити процес впровадження цифрових інструментів планування.

Враховуючи потенціал цифрового планування для прискорення економічного зростання, підвищення ефективності державного управління та покращення якості життя громадян, країни, що розвиваються, повинні розглядати цифрову трансформацію як стратегічний пріоритет. Активне впровадження цифрових технологій у процеси макроекономічного планування може стати ключовим фактором їхнього успішного та сталого розвитку в XXI столітті.

Забезпечення інклюзивності цифрової трансформації є важливим для країн, що розвиваються. Відповідно, існує потреба у розробці заходів щодо подолання цифрового розриву та забезпечення для всіх громадян рівного доступу до цифрових можливостей.

Розвиток цифрових навичок серед населення має бути одним із ключових елементів національних стратегій цифрової

трансформації. Інвестиції в освіту та професійну підготовку, спрямовані на підвищення цифрової грамотності, є необхідними для того, щоб громадяни могли повноцінно використовувати переваги цифрової економіки та брати активну участь у процесах цифрового планування.

Створення сприятливого регуляторного середовища є ще однією важливою умовою для успішного впровадження цифрового планування. Законодавство у сфері захисту даних, кібербезпеки, електронної комерції та цифрових послуг має бути сучасним, ефективним та сприяти інноваціям, одночасно забезпечуючи захист прав споживачів та підприємців.

Залучення приватного сектору до процесів цифрової трансформації є критично важливим. Уряди країн, що розвиваються, повинні створювати стимули для інвестицій у цифрову інфраструктуру та розробку цифрових рішень, а також сприяти розвитку державно-приватного партнерства у цій сфері [15].

Розвиток відкритих даних та їхнє використання для аналізу та прийняття рішень може підвищити ефективність державного управління. Забезпечення вільного доступу до державних даних для дослідників, підприємців та громадськості сприятиме розробці нових продуктів та послуг.

Використання цифрових платформ для залучення громадян до процесу планування та прийняття рішень може підвищити рівень демократизації економічної політики через врахування потреб різних груп населення. Онлайн-консультації, електронні петиції та інші інструменти електронної участі можуть зробити процес планування більш інклюзивним та легітимним.

Моніторинг та оцінка ефективності впровадження цифрових інструментів є важливими для забезпечення досягнення поставлених цілей та внесення необхідних коректив до стратегій цифрової трансформації. Розробка чітких показників та механізмів оцінки створить умови для аналізу рівня прогресу та виявлення слабких місць.

Висновки. Таким чином, цифровізація відкриває широкі перспективи для країн, що розвиваються, у сфері макроекономічного

планування. Успішна реалізація цих можливостей вимагає цілеспрямованих зусиль з боку урядів, бізнесу та суспільства, а також ефективної міжнародної співпраці.

Отже, цифровізація є ключовим фактором, що визначає майбутнє макроекономічного планування. Її вплив є всеосяжним та багатограним, охоплюючи всі аспекти процесу – від збору та аналізу даних до розробки та реалізації економічної політики. Повноцінне використання потенціалу цифрових технологій у цій сфері вимагає спільних зусиль урядів, міжнародних організацій, наукового співтовариства, бізнесу та суспільства. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на поглиблення розуміння впливу цифровізації на макроекономічні процеси, розробку нових інструментів та методологій цифрового планування, а також на вивчення кращих практик їхнього застосування для досягнення сталого та інклюзивного економічного розвитку в глобальному масштабі. Успішне освоєння можливостей цифрової епохи в сфері макроекономічного планування є запорукою більш передбачуваного, стабільного та процвітаючого майбутнього для світової економіки.

Список використаних джерел

1. Kimitei E., Chepkwoni J., Lagat S., Koskey D. Effect of Logistic Service Reliability Capability on Performance of Manufacturing Firms: The Moderating Role of Supply Chain Linkages. *African Journal of Education, Science, and Technology*. 2018. № 5 (3). P. 145–159. URL: <https://repository.nrf.go.ke/entities/publication/97da1d31-509c-4d5b-9944-bc5a5790ea72> (Last accessed: 10.03.2025).
2. Laari S., Töyli J., Ojala L. The effect of a competitive strategy and green supply chain management on the financial and environmental performance of logistics service providers. *Business Strategy and the Environment*. 2018. Vol. 27. Issue 7. P. 872–883.
3. Lenormand M., Ramasco J. J. Towards a Better Understanding of Cities Using Mobility Data. *Built Environment*. 2016. Vol. 42. № 3. P. 356–364 URL: <https://www.researchgate.net/publication/>

308861138_Towards_a_Better_Understanding_of_Cities_Using_Mobility_Data (Last accessed: 10.03.2025).

4. Zailani S., Shaharudin M. R., Razmi K., Iranmanesh M. Influential factors and performance of logistics outsourcing practices: an evidence of malaysian companies. *Review of Managerial Science*. 2017. Vol. 11 (1). P. 53–93.

5. Сиволапенко Т. Л. Досвід зарубіжних країн із впровадження цифрових концепцій: реалії та перспективи для України. *Держава та регіони*. 2019. № 3 (67). С. 108–112. URL: http://pa.stateandregions.zp.ua/archive/3_2019/22.pdf (дата звернення: 10.03.2025).

6. Хаустова В. Є., Крячко Є. М., Бондаренко Д. В. Моделювання впливу факторів цифровізації на економічний розвиток країн світу. *Проблеми економіки*. 2024. № 2 (60). С. 61–73. URL: https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2024-2_0-pages-61_73.pdf (дата звернення: 10.03.2025).

7. Череп А. В., Сарбей Л. С. Цифровізація як інструмент відбудови економіки України в повоєнний період. *Молодий вчений*. 2023. № 12 (124). С. 184–188. URL: <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/6032> (дата звернення: 10.03.2025).

8. Cherep A., Dashko I., Ohrenych Yu. Theoretical and methodological bases of formation of the concept of ensuring socio-economic security of enterprises in the context of digitalisation of business processes. *Baltic Journal of Economic Studies*. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2024. Vol. 10. № 1. P. 237–246. URL: <http://www.baltijapublishing.lv/index.php/issue/article/view/2331/2330> (Last accessed: 10.03.2025).

9. Череп А., Череп О., Огренич Ю., Курченко М. Досвід Данії з цифровізації бізнес процесів як приклад для України. Herald of Khmelnytskyi National University. *Economic Sciences*. 2024. 324 (6). С. 164–168. URL: <https://herald.khmnu.edu.ua/index.php/herald/article/view/294> (дата звернення: 10.03.2025).

10. Череп О. Г., Олейнікова Л. Г., Бехтер Л. А., Веремєнко О. О. Цифровізація економіки в Україні та Європі: поточний

стан, проблеми та обмеження. *Цифровізація як інструмент забезпечення якості надання освітніх послуг з урахуванням європейського досвіду* : колективна монографія / за ред. А. В. Череп, І. М. Дашко, Ю. О. Огренич, О. Г. Череп. Запоріжжя : видавець ФОП Мокшанов В. В., 2024. С. 86–97. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/24081> (дата звернення: 10.03.2025).

11. Xiaojing Dong, Shelby McIntyre *The Second Machine Age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies* / by Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee. WW Norton & Company, 2014.

12. Goldfarb A., Gans J., Agrawal A. *Prediction Machines: The Simple Economics of Artificial Intelligence*. Harvard Business Review Press, 2018.

13. Van Ark, Bart, Piatkowski, Marcin. Productivity, innovation and ICT in Old and New Europe. *TIGER Working Paper Series*. 2004. № 57. Transformation, Integration and Globalization Economic Research (TIGER), Warsaw. URL: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/140709/1/394313658.pdf> (Last accessed: 10.03.2025).

14. Acemoglu D., Restrepo P. The race between machine and man: implications of technology for growth, factor shares and employment. *NBER Working Paper*. 2016. № 22252. URL: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w22252/revisions/w22252.rev0.pdf (Last accessed: 10.03.2025).

15. Barocas S., Selbst A. D. Big Data's Disparate Impact. *California Law Review*. 2016. Vol. 104:671. P. 671–732. URL: <https://ssrn.com/abstract=2477899> (Last accessed: 10.03.2025).

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

Прогнозування Індексу цифрової конкурентоспроможності країн

Країна	Рік	Індекс цифрової конкурентоспроможності	Модель 1	Модель 2	Модель 3
1	2	3	4	5	6
Австралія	2021	78,683	85,87437	84,23794	84,8176
Австралія	2022	87,89	82,50968	81,39651	81,7323
Австралія	2023	85,28	85,92171	86,56056	85,8856
Австралія	2024	81,24	82,37184	82,82352	82,4431
Австрія	2021	80,877	79,890175	80,10152	80,3278
Австрія	2022	85,35	82,670605	82,31972	82,6486
Австрія	2023	81,1	82,78219	84,17414	82,9655
Австрія	2024	72,87	76,35435	78,32317	77,1016
Бельгія	2021	75,255	75,587025	74,81252	75,4552
Бельгія	2022	81,34	79,566625	78,05344	78,4266
Бельгія	2023	85,95	79,35764	80,0653	78,2093
Бельгія	2024	75,61	82,86788	81,40703	82,238
Великобританія	2021	85,827	81,77672	83,10426	83,1223
Великобританія	2022	86,45	88,91566	88,36274	88,9874
Великобританія	2023	83,12	84,3481	86,06814	84,5995
Великобританія	2024	78,21	80,15129	81,99537	80,7948
Гонконг	2021	96,576	90,2761	87,16256	88,0857
Гонконг	2022	94,36	93,205605	89,54835	91,2303
Гонконг	2023	93,64	86,68738	85,24516	86,1316
Гонконг	2024	88,11	88,15274	86,53243	87,7994

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6
Данія	2021	95,158	96,397575	95,71471	96,2805
Данія	2022	100,0	97,790725	97,24626	97,9166
Данія	2023	96,93	95,79878	97,53994	96,0189
Данія	2024	91,99	93,18056	93,40397	93,7448
Ізраїль	2021	79,584	77,623985	78,1989	79,5105
Ізраїль	2022	87,37	81,602625	81,41659	82,6275
Ізраїль	2023	87,7	85,539905	86,57347	86,7759
Ізраїль	2024	80,75	83,721115	85,35028	85,3711
Ірландія	2021	79,156	82,891565	80,81866	82,4451
Ірландія	2022	79,56	84,82694	83,45138	84,7483
Ірландія	2023	81,48	78,96196	80,43401	79,6136
Ірландія	2024	80,34	74,25816	76,40657	75,7844
Ісландія	2021	77,611	75,07724	74,37277	74,1669
Ісландія	2022	84,97	78,06389	76,78215	76,9707
Ісландія	2023	84,94	82,829795	83,11819	82,48
Ісландія	2024	78,18	79,901825	81,02044	80,1106
Канада	2021	87,31	88,46174	86,97682	87,5399
Канада	2022	94,15	89,24478	88,43413	88,6351
Канада	2023	91,98	91,006425	91,82923	91,117
Канада	2024	83,16	88,313245	88,33679	88,47
Люксембург	2021	77,358	74,17169	75,75657	76,4334
Люксембург	2022	76,47	78,512915	80,31031	80,5743
Люксембург	2023	78,73	79,414095	77,11367	75,6149
Люксембург	2024	69,46	74,000815	75,83479	76,1436
Нідерланди	2021	93,309	92,803265	92,16531	92,3337
Нідерланди	2022	97,85	96,81227	96,00342	96,2403
Нідерланди	2023	98,1	95,58767	97,26693	94,9121
Нідерланди	2024	87,03	94,21224	94,59566	94,4727
Німеччина	2021	79,334	82,44078	81,67864	82,0743

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6
Німеччина	2022	85,17	83,78477	83,4248	83,3029
Німеччина	2023	80,86	84,13642	85,55456	83,8218
Німеччина	2024	75,32	79,60607	80,81926	79,8791
Нова Зеландія	2021	77,127	78,276195	77,80632	78,1421
Нова Зеландія	2022	77,44	78,845085	78,75164	78,8897
Нова Зеландія	2023	79,08	76,246815	77,18692	76,1869
Нова Зеландія	2024	67,36	75,181175	75,60452	75,2493
Норвегія	2021	91,295	93,419485	91,59628	91,9703
Норвегія	2022	93,23	92,794695	91,98716	92,0248
Норвегія	2023	85,96	90,87544	91,68405	91,137
Норвегія	2024	84,58	82,31995	82,54606	82,1547
Сінгапур	2021	95,137	96,95481	96,18522	96,8619
Сінгапур	2022	99,48	98,289345	97,25494	98,0124
Сінгапур	2023	97,4	96,671105	98,38793	97,6953
Сінгапур	2024	100,0	93,204435	94,77159	94,4322
США	2021	100,0	97,203155	96,81169	97,3303
США	2022	99,81	99,072025	100,3335	100,134
США	2023	100,0	95,565465	98,74781	97,325
США	2024	91,31	94,916455	97,24249	97,2769
Фінляндія	2021	90,134	93,049845	90,89007	91,4107
Фінляндія	2022	96,6	93,689325	91,82048	92,0904
Фінляндія	2023	94,05	95,15763	94,8677	93,7171
Фінляндія	2024	83,57	91,92614	91,33856	90,9902
Франція	2021	75,656	75,031205	75,45719	75,7802
Франція	2022	81,42	79,98694	79,46995	80,0629
Франція	2023	78,65	80,31881	81,12443	80,5108
Франція	2024	76,58	76,38085	77,61918	77,043
Швейцарія	2021	94,939	93,45772	92,95097	93,8633
Швейцарія	2022	98,23	96,9465	96,02801	97,0539

Продовження таблиці А.1

Швейцарія	2023	96,24	96,467075	96,80548	97,1419						
Швейцарія	2024	93,15	91,964125	92,74448	93,3315						
Швеція-2021	2021	95,189	97,27039	95,31398	95,6929						
Швеція-2022	2022	99,81	99,28502	97,00819	97,3141						
Швеція-2023	2023	94,12	98,04595	97,7384	96,3026						
Швеція-2024	2024	90,42	92,01765	91,41304	90,652						
Японія-2021	2021	73,014	74,46359	75,24603	75,9147						
Японія-2022	2022	76,84	76,05026	75,90631	76,9748						
Японія-2023	2023	75,43	77,28821	77,84035	78,0797						
Японія-2024	2024	68,1	75,19192	75,90007	76,0099						
Республіка Корея-2021	2021	89,724	89,21618	89,34301	90,2863						
Республіка Корея-2022	2022	95,2	88,89585	89,51968	90,0584						
Республіка Корея-2023	2023	94,8	91,779795	93,17785	92,8532						
Республіка Корея-2024	2024	88,62	90,602485	91,74812	91,8949						
-66,808	0,765	0,114	-0,08	0,468	60,215	-0,031	-0,28	0,388	0,327	-0,08	0,015
Модель 1 – з повним набором факторів											
Модель 2 – за методом прямого додавання факторів											
-16,609		0,731		0,519		0,288					
Модель 3 – за методом зворотнього видалення факторів											
-12,798		0,749		0,461		-0,316		0,35			

Джерело: побудовано самостійно автором

This image shows a single page of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Izdevniecība “Baltija Publishing”
Valdeķu iela 62 – 156, Rīga, LV-1058
E-mail: office@baltijapublishing.lv

Iespiests tipogrāfijā SIA “Izdevniecība “Baltija Publishing”
Parakstīts iespiešanai: 2025. gada 17. jūnijs
Tirāža 300 eks.



IZDEVNIECĪBA
BALTIJA
PUBLISHING

baltijapublishing.lv