

## **РОЗДІЛ 3.**

### **Теоретико-методичні засади впровадження цифрових технологій для трансформації економіки України**

**ОЛЕЙНИКОВА Людмила Григорівна,**

д.е.н., старший науковий співробітник,  
ДННУ «Академія фінансового управління»,  
м. Київ, Україна

ODCID: <https://orcid.org/0000-0001-8204-4434>

**НАУМЕНКО Євген Валентинович,**

здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти  
з галузі знань 05 «Соціальні та поведінкові науки»  
за спеціальністю 051 «Економіка»,

Запорізький національний університет,  
м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9111-8617>

**ВЕРЕМЄЄНКО Олександр Олександрович,**

доктор філософії, докторант,  
Запорізький національний університет,  
м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0014-1615>

**БЕЗСМЕРТНА Валерія Сергіївна,**

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

#### **3.1. ЦИФРОВІЗАЦІЯ – ІНСТРУМЕНТ ЗМІЦНЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ**

**Вступ.** Застосування цифрових технологій є основним фактором для підвищення ефективності державного управління

національною безпекою, вони дозволяють краще збирати, оброблювати та аналізувати інформацію, приймати подальші рішення. Тож, використання інформаційно-комунікативних технологій в процесі прийняття управлінських рішень вивчалися науковцями: Варламова М., Дем'янова Ю. [1], Головенчик Г. Г. [2], Гудзь П. В., Ільєва-Найдьонова П., Череп А. В., Олейнікова Л. Г. [3], Ляшенко В. І., Вишневецький О. С. [4], Олейнікова Л. Г., Череп О. Г., Андросова Є. Ф., Бехтер Л. А., Коротаєва О. В. [5], Окс Т., Ріман У. А. [6], Шкарлет С., Дубина М., Штирхун К., Вербівська Л. [7], Шваб К. [8], Череп А. В., Воронкова В. Г., Олейнікова Л. Г., Череп О. Г. [9], Череп А. В., Огренич Ю. О., Олейнікова Л. Г., Василенко Д. О. [10].

**Виклад основних результатів дослідження.** Тож, в процесі управління державними інституціями використовують:

Інтегровані інформаційно-аналітичні системи: Єдині цифрові платформи, що створюються задля об'єднання даних з різних джерел, дозволяють слідкувати за загрозами національній безпеці. Штучний інтелект допомагає виявити закономірність, прогнозувати ризики та вчасно реагувати на них.

Ситуаційні центри: Цифрові технології створюють ситуаційні центри, що забезпечують державу та профільні відомства актуальною інформацією, візуальними даними та інструментами для спільної роботи та прийняття рішень у кризовій ситуації [11].

Важливими є також питання забезпечення кібербезпеки: Наразі одне із пріоритетних завдань є захист критичної інформаційної інфраструктури. Цифрові технології використовуються для виявлення, запобігання та реагування на кіберзагрози, забезпечення стійкості державних інформаційних систем, а також захисту конфіденційної інформації.

Системи управління кордонами: Цифрові системи здійснюють контроль та моніторинг на державних кордонах, що підвищує їхню безпеку та пропускну здатність. Використання біометричних даних, систем розпізнавання номерних знаків, автоматизованих систем паспортного контролю [12].

Управління надзвичайними ситуаціями: Цифрові технології допомагають в прогнозуванні, моніторингу та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. Системи оповіщення населення, геолокаційні сервіси, платформи для координації дій рятувальних служб та аналізу руйнувань підвищують ефективність реагування.

Захищений зв'язок: Розвиток та впровадження захищених цифрових каналів зв'язку є критично важливим для забезпечення оперативного та безпечного обміну інформацією між різними органами державної влади, військовими підрозділами та іншими суб'єктами національної безпеки.

Підвищення обізнаності та комунікації: Цифрові платформи та соціальні мережі можуть використовуватися для інформування громадян про загрози національній безпеці, заходи, що вживаються для їхнього усунення, а також для налагодження діалогу між державою та суспільством з питань безпеки.

Розвиток потужної та ефективної системи кібербезпеки та захисту критичної інфраструктури є одним із найважливіших пріоритетів у сфері національної безпеки в сучасному цифровому світі, особливо в умовах геополітичної нестабільності та постійних кібератак. Цей напрямок включає в себе цілий комплекс заходів та технологій [13].

Створення чіткої та дієвої законодавчої бази, яка регулює відносини у сфері кібербезпеки, визначає відповідальність суб'єктів критичної інфраструктури, встановлює стандарти захисту інформації та передбачає покарання за кіберзлочини. Формування спеціалізованих державних структур, відповідальних за виявлення, запобігання та реагування на кібератаки проти критичної інфраструктури та державних інформаційних систем. Це включає підготовку кваліфікованих фахівців, оснащення їх необхідними технічними засобами та налагодження ефективної взаємодії з іншими відомствами та міжнародними партнерами. Застосування передових технологій кібербезпеки, таких як системи виявлення та запобігання вторгненням (IDS/IPS), міжмережеві екрани нового

покоління (NGFW), системи аналізу поведінки користувачів та сутностей (UEBA), рішення для захисту від шкідливого програмного забезпечення (антивіруси, EDR), системи управління інформаційною безпекою (SIEM) та інші. Вжиття заходів для підвищення стійкості об'єктів критичної інфраструктури (енергетика, транспорт, фінанси, телекомунікації, водопостачання тощо) до кібератак. Це включає резервування систем, створення планів відновлення після кіберінцидентів, проведення регулярних навчань та тренувань. Підтримка розвитку вітчизняних компаній, що працюють у сфері кібербезпеки, стимулювання інновацій та наукових досліджень у цій галузі, налагодження співпраці між державним сектором, приватним бізнесом та науковими установами. Проведення інформаційних кампаній серед населення та працівників державних установ щодо основних правил кібербезпеки, навчання розпізнаванню кіберзагроз та правилам безпечної поведінки в кіберпросторі. Активна співпраця з міжнародними партнерами у сфері кібербезпеки, обмін інформацією про кіберзагрози, спільне проведення операцій з протидії кіберзлочинності та розробка міжнародних стандартів у сфері кібербезпеки [14].

Міжнародне співробітництво відіграє дуже важливу роль у забезпеченні цифрової безпеки на національному, а також глобальному рівнях. Як ми вже зрозуміли з досліджень, кіберпростір не має кордонів, тому, загрози в цій сфері часто є транснаціональними, через це ефективна боротьба з ними вимагає об'єднання зусиль різних держав, міжнародних організацій та приватного сектору.

Країни обмінюються даними про нові види кібератак, вразливості, зловмисні компанії та кіберзлочинців, що дозволяє своєчасно виявляти небезпеку та по можливості запобігати їй. Спільні операції з протидії кіберзлочинності є дуже актуальними зараз, коли Україна потерпає не тільки від руйнування інфраструктури, а й від кібератак. Міжнародні правоохоронні органи проводять спільні розслідування кіберзлочинів, затримують кіберзлочинців та ліквідують злочини у мережі.

Держави працюють над узгодженням міжнародних норм і правил поведінки в кіберпросторі. Важливу роль у цьому відіграє ООН та інші міжнародні організації. Звісно ж, країни надають одна одній технічну допомогу, проводять спільні навчання для підвищення рівня кібербезпеки, а також узгоджують міжнародні норми. Багато міжнародних організацій, такі як: ООН, ОБСЄ, Рада Європи, НАТО, ЄС мають різноманітні програми та інновації у сфері кібербезпеки, що сприяє обміну досвідом між країнами-членами. Залучення приватного сектору (компаній з кібербезпеки, телекомунікаційних провайдерів) до співпраці з державними органами є важливим для обміну знаннями, технологіями та найкращими практиками у сфері кібербезпеки [15].

Для України міжнародне співробітництво у сфері цифрової безпеки є особливо важливим у контексті триваючої агресії та постійних кібератак з боку Росії. Співпраця з країнами-партнерами, обмін інформацією про російські кіберзагрози, отримання технічної допомоги та спільна робота над міжнародними стандартами є критично важливими для зміцнення національної кібербезпеки.

**Висновки.** Отже, нами встановлено, що використання інформаційно-комунікативних технологій в процесі державного управління забезпечує прийняття ефективних рішень в різних сферах економіки, що формує національну безпеку держави. Використання цифрових технологій дозволяє формувати стратегію підвищення рівня національної безпеки держави, що особливо важливо в умовах російсько-української війни. Саме впровадження інноваційних цифрових технологій дозволяє забезпечити економічну стабільність, екологічну стійкість обороноздатність, соціальну безпеку.

Інноваційні інтегровані інформаційно-аналітичні системи дозволяють об'єднувати інформаційні ресурси, аналізувати, групувати за різними ознаками та своєчасно реагувати на загрози національній безпеці.

Впровадження ситуаційних центрів, які підбирають, «фільтрують» інформацію при існуванні внутрішньодержавних або глобальних викликів та забезпечують реагування при настанні

кризових ситуацій дозволяє мати переваги в інформаційному середовищі.

В умовах глобалізаційних викликів важливими є питання моніторингу використання інформаційних фейків та дезінформації, які суттєво впливають на свідомість українців, Тож, використання моніторингу цифрових платформ та соціальних мереж з метою виявлення загроз національній безпеці.

Кібератаки на діяльність державних установ, Національного банку України, комерційних банків та суб'єктів господарювання можуть знизити оперативність прийняття управлінських рішень та негативно впливати на ефективність діалогу між державними органами управління та українцями. Тож, впровадження інноваційних технологій кібербезпеки забезпечить дотримання соціальних гарантій населенню, підвищення продуктивності праці, підвищення можливостей доступу до освіти, науки та формування соціальної відповідальності в бізнесі з метою забезпечення збереження екосистеми та біорізноманіття на засадах дотримання принципів сталого розвитку.

Використання інноваційних інформаційно-комунікативних технологій дозволяє прогнозувати, а також ліквідовувати наслідки надзвичайних ситуацій в умовах повномасштабного вторгнення російської федерації природного та техногенного характеру.

### Список використаних джерел

1. Варламова М., Дем'янова Ю. Основні тенденції діджиталізації у глобальному вимірі. *Галицький економічний вісник*. 2020. № 2 (63). DOI: 10.33108/galicianvisnyk\_tntu2020.02.251 (дата звернення: 11.04.2025).

2. Головенчик Г. Г. Рейтинговый анализ уровня цифровой трансформации экономик стран ЕАЭС и ЕС. *Цифровая трансформация*. 2018. № 2 (3). С. 5–18. URL: <https://dt.giac.by/jour/article/view/75/61#> (дата звернення: 11.04.2025).

3. Gudz P. V., Ileva-Naydenova P., Cherep A. V., Oleinikova L. H. Use of state support levers for small and medium-sized enterprises

within the dynamic environment. *Ikonomicheski izsledvania, bulgarian academy of sciences*. 2021. 30(2). P. 140–158 URL: <https://ideas.repec.org/a/bas/econst/y2021i2p140-158.html> (Last accessed: 11.04.2025).

4. Ляшенко В. І., Вишневецький О. С. Цифрова модернізація економіки України як можливість проривного розвитку : монографія. Київ, 2018. 252 с. URL: [https://iie.org.ua/wp-content/uploads/monografiyi/2017/Lyashenko\\_Vishnevsky\\_2018.pdf](https://iie.org.ua/wp-content/uploads/monografiyi/2017/Lyashenko_Vishnevsky_2018.pdf) (дата звернення: 11.04.2025).

5. Oleynikova L., Cherep O., Androsova E., Bexhter L., Korotaieva O. Modern architecture of the infrastructure of Ukraine and its development strategy in the post-war period. *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики: збірник наукових праць (Financial and credit activity: problems of theory and practice: publication of scientific papers)*. 2023. Vol. 5 (52). P. 299–313. URL: <https://fkd.net.ua/index.php/fkd/article/view/4180> (Last accessed: 11.04.2025).

6. Ochs T., Riemann U. A. IT Strategy Follows Digitalization. *Encyclopedia of Information Science and Technology, Fourth Edition*. Hershey, PA : IGI Global, 2018. DOI: 10.4018/978-1-5225-2255-3.ch075 (Last accessed: 11.04.2025).

7. Shkarlet S., Dubyna M., Shtyrkhun K., Verbivska L. Transformation of the Paradigm of the Economic Entities Development in Digital Economy. DOI: 10.37394/232015.2020.16.4128 (Last accessed: 11.04.2025).

8. Shwab K. The Fourth Industrial Revolution: What It Means and How to Respond. URL: <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution> (Last accessed: 11.04.2025).

9. 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](https://www.eo.kiev.ua/resources/arhivMonographs/mono2022_dev_008.pdf) (дата звернення: 11.04.2025).

10. 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: 11.04.2025).

11. Хаустова М. Г. Поняття цифровізації: національні та міжнародні підходи. *Право та інновації*. 2022. №. 2 (38). С. 7–18. URL: <https://openarchive.nure.ua/entities/publication/bb76bf93-8130-48d6-80eb-5b867d4159a9> (дата звернення: 11.04.2025).

12. Цифровізація – це поступове перетворення усіх державних послуг на зручні онлайн-сервіси. Рівненська обласна державна адміністрація. 19 травня 2021 року. URL: <https://www.rv.gov.ua/news/cifrovizaciya-ce-postupove-peretvorenniya-usih-derzhavnih-poslug-na-zruchni-onlajn-servisi> (дата звернення: 11.04.2025).

13. Рада національної безпеки і оборони України. Стратегія кібербезпеки України на період 2021–2025 року. URL: [https://www.rnbo.gov.ua/files/2021/STRATEGIYA%20KYBERBEZPEKI/proekt%20strategii\\_kyberbezpeki\\_Ukr.pdf](https://www.rnbo.gov.ua/files/2021/STRATEGIYA%20KYBERBEZPEKI/proekt%20strategii_kyberbezpeki_Ukr.pdf) (дата звернення: 11.04.2025).

14. Мельниченко Б., Фігель Н. Основні підходи до розуміння поняття «Національна безпека». *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія: Юридичні науки. 2021. № 2 (30). URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2021/aug/24795/11.pdf> (дата звернення: 11.04.2025).

15. Адаменко М. Цифровізація. Термінологія. Блог Національної бібліотеки України ім. Ярослава Мудрого. 22 Лютого, 2022. URL: <https://oth.nlu.org.ua/?p=5614> (дата звернення: 11.04.2025).



**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>

**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>

**КОРНІЄНКО Вікторія Сергіївна,**

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

### **3.2. СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА: ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ, НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ**

**Вступ.** Існуючі виклики ринкового середовища, змінність запитів споживачів, підвищення конкурентної боротьби, швидкі темпи цифрової трансформації впливають на показники функціонування підприємств, що обумовлює необхідність контролю за результатами роботи, аналізу показників, розробки рекомендацій до підвищення рівня прибутковості. Вагому роль у здійсненні контролю за показниками роботи відіграє використання сучасних систем моніторингу бізнес-процесів, що дозволяє своєчасно виявляти відхилення, проблеми, реагувати на загрози та приймати ефективні рішення з метою прибутковості функціонування.

Крім того, пандемія COVID-19 стала глобальним шоком для економіки, проте її наслідки не завершилися із послабленням

карантинних обмежень. Навпаки, низка викликів, які проявилися в період пандемії, трансформувалися у довгострокові стратегічні загрози для бізнесу. Навіть у постпандемічний період підприємства змушені переглядати свої підходи до управління, цифровізації та забезпечення стійкості бізнес-процесів.

Слід відзначити, що чимало науковців досліджували процеси управління, цифровізації та забезпечення стійкості бізнес-процесів, а саме: Бродний Й., Тутак М. [14], Гринько Т. В., Петриняк У. Я., Андруша В. В. [2], Кишакевич Б. Ю., Демедюк Б. Т., Сисюк В. І. [3], Коста І., Кейроз Г. А., Алвес П. Н., Соуза Т. Б., Юшіміто В. Ф., Перейра Х. [17], Островська Г. Й., Шерстюк Р. П., Ціх Г. В. [6], Станіславик О. В., Коваленко О. М. [8], Череп А. В., Дашко І. М., Огренич Ю. О. [15], Череп А. В., Сарбей Л. С. [10], Череп А., Череп О., Огренич Ю., Курченко М. [11], Череп О. Г., Олейнікова Л. Г., Бехтер Л. А., Веремєєнко О. О. [12]. Таким чином, дослідження моніторингу бізнес-процесів в умовах нестабільного середовища є актуальним.

**Виклад основних результатів дослідження.** Численні виклики ринкового середовища, загрози та ризики мають негативний вплив на роботу підприємств, які повинні адаптуватися до цих викликів та впроваджувати сучасні підходи з метою ефективного функціонування. Результативність роботи підприємств залежить від ефективності бізнес-процесів, що засвідчує необхідність моніторингу з метою своєчасної діагностики, виявлення загроз та розробки ефективних рішень. Крім того, підприємства, в умовах цифрової трансформації, повинні постійно вдосконалювати та автоматизувати роботу, що дозволить визначити конкурентні переваги.

Враховуючи вищезначене слід проаналізувати виклики для підприємств та розглянути можливості автоматизації моніторингу на прикладі відомих компаній (рис. 1). В умовах сьогодення, один із ключових викликів для підприємств в Україні є нестабільність ланцюгів постачання. Зокрема, тисячі компаній зіштовхнулись із затримками поставок сировини, деталей або готової продукції,

втратили постачальників. Проблема не зникла та сьогодні вона ускладнилася дефіцитом сировини і транспортними обмеженнями. Тому перед підприємствами постало питання вдосконалення логістичних стратегій, локалізації постачальників, побудови гнучких та адаптивних мереж постачання. Передумовою вирішення даного питання є вдосконалення моніторингу бізнес-процесів в аспекті вирішення логістичних питань, що сприятиме ефективній та злагодженій роботі.

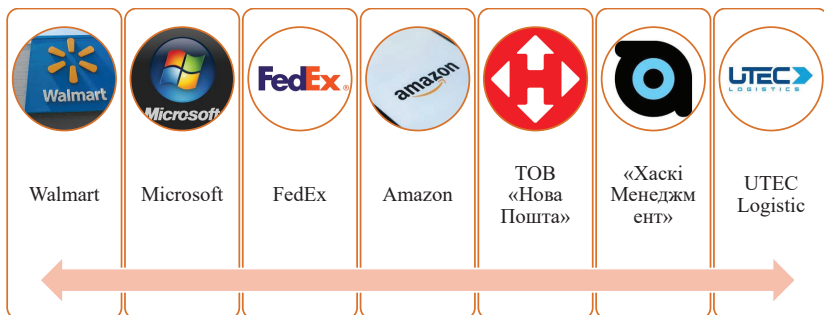


Рис. 1. Перелік компаній, які запровадили успішні практики автоматизації моніторингу бізнес-процесів

*Джерело: складено автором*

Наприклад, шведська компанія ІКЕА у 2021–2022 рр. змуснена була тимчасово зупинити або обмежити постачання деяких товарів через перевантаженість портів, нестачу контейнерів і збоїв в логістиці. У відповідь компанія інвестувала в розбудову власної логістичної мережі та розробку цифрової платформи для моніторингу всіх етапів постачання.

Наступним викликом є нестабільність попиту споживачів, що обумовлено високим рівнем конкуренції на ринку, а також зниженням рівня доходів населення. Клієнтські очікування змінюються надзвичайно швидко, як і канали продажу. Якщо раніше цифрові канали були лише доповненням до офлайн-продажів, то після пандемії онлайн став ключовим або єдиним способом взаємодії

з клієнтом. Відповідно підприємства повинні постійно вдосконалювати цифрові рішення, персоналізувати сервіси, запроваджувати гнучке ціноутворення та управління даними про клієнтів, що забезпечить зростання обсягів продажів, дозволить сформувати базу клієнтів.

Мережа супермаркетів Walmart стикнулася з труднощами прогнозування споживчого попиту після пандемії, а також у 2025 р. утрималася від прогнозування прибутку на другий квартал [5]. З метою вирішення проблеми компанія активно впроваджує алгоритми штучного інтелекту, які допомагають аналізувати поведінку покупців у реальному часі та коригувати логістику, знижуючи втрати на складуванні.

Ще одним питанням для підприємств стала організація віддаленої роботи, яка була нормою під час пандемії та перетворилась із тимчасового рішення на постійний формат у багатьох компаніях. Це несе за собою нові виклики, які пов'язані із координацією команди в онлайн, здійсненням контролю та запровадженням мотивації персоналу, необхідністю захисту внутрішніх даних компанії від кіберзагроз, а також формуванням корпоративної культури.

Компанія Microsoft, реагуючи на ці труднощі, розробила платформу Microsoft Viva, яка інтегрує інструменти для аналітики залученості, балансу навантаження та ефективності команд. Це дозволило бізнесу в умовах гібридної роботи зберігати продуктивність, не порушуючи комфорту співробітників [4].

Також слід відзначити таку проблему як невизначеність. Зокрема, підприємства функціонують в умовах непередбачуваності, а саме: пандемія; змінність законодавства; військова загроза; кліматичні катастрофи; міграція населення; зростання рівня безробіття. Відповідно класичне стратегічне планування на 3–5 років стає менш ефективним, а на перший план виходить гнучке управління на основі даних та оперативної аналітики, що можливо через впровадження програм на базі штучного інтелекту.

Наприклад, перед логістичним гігантом FedEx постала проблема дефіциту персоналу й зростанням вартості пального та задля

їх вирішення компанія почала масштабне впровадження автоматизованих систем управління ланцюгами постачання, що включають моніторинг у режимі реального часу, прогнозування затримок та швидке переналаштування маршрутів. Крім того, передбачається автоматизація та роботизація певних підрозділів компанії, що дозволить без участі працівників пакувати замовлення для клієнтів, обробляти різні товари [18].

Розглянуті виклики дозволяють відзначити важливість цифровізації не як разового проєкту, а як постійного процесу адаптації бізнесу. Компанії, які не здатні швидко аналізувати свою діяльність, виявляти відхилення, приймати рішення на основі актуальних даних, можуть зіштовхнутися з проблемою погіршення результатів функціонування. У зв'язку з цим саме моніторинг бізнес-процесів на основі цифрових технологій набуває нового значення, адже він стає не просто інструментом контролю, а інструментом виживання та розвитку.

Сфера логістики є одним із найбільш динамічних напрямів цифрової трансформації, особливо в напрямку існуючої потреби в гнучких, автоматизованих і прозорих логістичних рішеннях. У майбутньому очікується ще глибше проникнення цифрових технологій, що дозволить компаніям адаптуватися до швидкозмінного середовища, зменшувати витрати та підвищувати ефективність операцій з метою підвищення прибутковості.

Одним із перспективних напрямів є використання штучного інтелекту та машинного навчання, що дозволить оптимізувати логістичні процеси. Доцільно відзначити, що великі компанії (наприклад, Amazon, FedEx) використовують AI для автоматизації складування, прогнозування попиту, маршрутизації доставок і розрахунку часу прибуття в режимі реального часу [9]. Слід відзначити, що в Amazon запроваджене використання роботів для розміщення пакування, сортування товарів. Українська компанія «Хаскі Менеджмент» також активно впроваджує ШІ, але для вибору кадрів [9]. Ще одна компанія UTEC Logistic запровадила ШІ не лише для автоматизації логістики, але й для маркетингу [9].

У перспективі ці алгоритми стануть більш глибокими, здатними враховувати змінні фактори, тобто погодні умови, геополітичні ризики, сезонні коливання тощо.

Наступним вектором розвитку є технології Інтернету речей (IoT), які дозволяють відстежувати об'єкти логістики (наприклад, транспорт, вантажі, контейнери) в реальному часі. Завдяки IoT підприємства мають змогу оперативно реагувати на затримки, збої чи ризики пошкодження вантажу. У перспективі IoT буде поєднано з аналітичними системами, що дозволить створити повноцінну цифрову «картину» логістичних ланцюгів, де кожен елемент прозорий та контрольований [20].

Важливою тенденцією є також роботизація та автономні транспортні засоби. У Китаї вже тестуються автоматизовані безпілотні фури для доставки товарів між логістичними центрами [1]. DHL Express інвестує в автономні дрони для доставки у важкодоступні регіони. В Україні також можливе застосування дронів, наприклад, у межах «останньої милі» доставки в сільську місцевість. Це не лише прискорює процес, а й зменшує залежність від людського ресурсу в умовах дефіциту робочої сили.

Звичайно, перспективним напрямом є використання блокчейн у логістиці, що дозволяє фіксувати кожен крок переміщення вантажу в незмінному цифровому реєстрі. Слід відзначити, що це забезпечує прозорість, запобігає шахрайству, підробці документів і підвищує довіру між усіма учасниками логістичного ланцюга. Наприклад, Walmart та IBM визначили можливість інтеграції блокчейна з метою моніторингу ланцюжків поставок, відбулася цифровізація порту у Валенсії в рамках проєкту DataPorts [22].

Важливою перспективою є розвиток хмарних технологій та платформ управління логістикою. Хмарні рішення дозволяють уніфікувати всі дані в одній екосистемі (наприклад, з продажу, складу, транспорту, обслуговування клієнтів), що сприятиме полегшенню моніторингу і прийняттю ефективних рішень. Наприклад, SAP Logistics Cloud, Oracle SCM Cloud чи Microsoft Dynamics 365 використовуються підприємствами по всьому світу для інтеграції бізнес-процесів у режимі реального часу [13].

Окремо доцільно відзначити аналітику великих даних (Big Data), яка допомагає виявляти закономірності, прогнозувати майбутні тенденції та виявляти слабкі місця в логістичних процесах. У поєднанні з AI це стає потужним інструментом стратегічного планування. В Україні такі рішення поступово починають застосовувати компанії Rozetka чи Нова пошта, які активно інвестують у власні IT-департаменти для розробки внутрішніх систем аналітики.

Отже, перспективи розвитку цифрових технологій у логістиці є надзвичайно широкими. Цифровізація дозволяє вивести цю сферу за межі класичного «переміщення вантажів» та сприяє її трансформації у високотехнологічну екосистему, де ключову роль відіграють дані, автоматизація, швидкість та точність. Підприємства, які вчасно інтегрують новітні рішення, зможуть не лише зберегти конкурентоспроможність, але й розширити ринки збуту та підвищити прибутковість.

ТОВ «Нова Пошта» є одним із лідерів цифровізації логістичної галузі в Україні. Компанія вже впровадила низку технологічних рішень для автоматизації та моніторингу бізнес-процесів, які дозволили здійснити відстеження посилок, оптимізувати процеси доставки, автоматизувати складські операції, розробити та надати онлайн-інструменти для споживачів (рис. 2).

Однак, навіть при наявності такого технічного оснащення, можливі напрямки вдосконалення, особливо в частині глибокого аналітичного моніторингу, інтеграції систем і передбачення ризиків. Враховуючи результати дослідження визначено рекомендації до вдосконалення моніторингу бізнес-процесів (рис. 3) [16; 21]:

1. Активізація впровадження моделей штучного інтелекту для прогнозування збоїв у ланцюгу постачання (наприклад, «Нова Пошта» використовує стандартну систему трекінгу і повідомлень про затримки). Слід відзначити, що розробка та інтеграція моделей машинного навчання дозволить здійснювати прогнозування збоїв в доставці або відхилення у графіку (наприклад, сезонність, погодні умови, пік навантаження), що дозволить проактивно

реагувати й змінювати маршрути. Також перспективним напрямком є використання ІІІ для оптимізації рішень щодо ресурсного забезпечення.

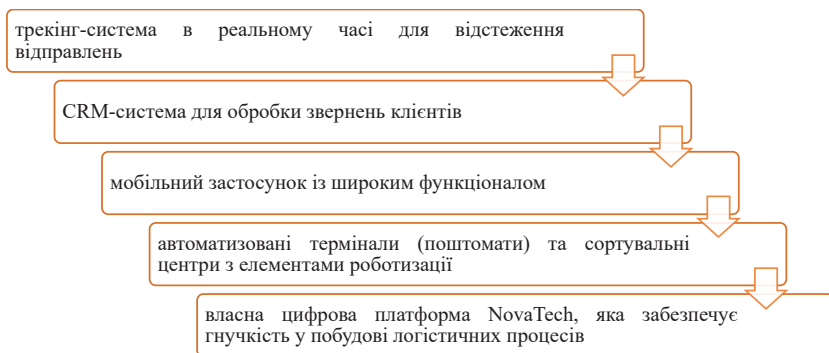


Рис. 2. Технологічні рішення для автоматизації та моніторингу бізнес-процесів ТОВ «Нова Пошта»

Джерело: складено автором на основі [7]

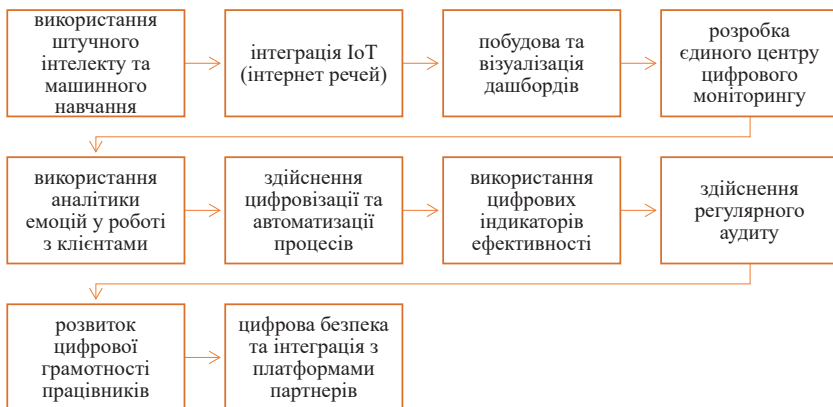


Рис. 3. Напрямки покращення моніторингу бізнес-процесів на підприємствах

Джерело: складено автором на основі



2. Побудова та візуалізація дашбордів у реальному часі для внутрішнього використання керівництвом (наприклад, частина аналітиків розкидана між різними відділами і рішення приймаються переважно на основі звітів). Відповідно створення централізованої BI-платформи з інтерактивними візуалізаціями дозволить аналізувати в реальному часі показники ефективності, забезпечити швидкість обробки вантажу, скарги клієнтів тощо. Наприклад, слід впровадити Microsoft Power BI або Tableau, які пов'язані з внутрішніми базами даних [19].

3. Забезпечення використання IoT (інтернет речей) з метою глибокого моніторингу логістичних одиниць. Слід зауважити, що контроль вантажу відбувається переважно через сканування в точках проходження. Відповідно доцільною є інтеграція сенсорів (температури, вібрації, GPS) у контейнери чи пакети для більш глибокого аналізу стану товару під час транспортування, що особливо важливо для доставки фармацевтичної продукції. Крім того, використання IoT дозволить підвищити прозорість руху готової продукції.

4. Розробка єдиного центру цифрового моніторингу (Digital Control Room), адже на сьогодні існують системи CRM, трекінги. Поряд з цим, створення єдиного командного центру дозволить в реальному часі об'єднати інформацію з усіх систем, бачити повну картину діяльності в масштабі країни, оперативно приймати стратегічні рішення.

5. Використання аналітики емоцій у роботі з клієнтами, адже CRM-система вже аналізує текст звернень, проте не враховує емоційне забарвлення. Тому доцільним є підключення інструментів аналізу настроїв (sentiment analysis) до обробки відгуків, чатів, дзвінків, що дасть змогу швидко виявляти незадоволення, запобігати відтоку клієнтів та враховувати їх потреби.

6. Здійснення цифровізації та автоматизації процесів. Впровадження ERP-систем, BPM-систем дозволить оптимізувати процеси, підвищити рівень контролю, що дасть змогу прогнозувати показники, моделювати різні ситуації.

7. Використання на підприємстві цифрових індикаторів ефективності сприятиме проведенню оцінки результатів виконання кожного етапу роботи, здійсненню збору даних та моніторингу показників, що сприятиме підвищенню результативності роботи.

8. Здійснення регулярного внутрішнього аудиту бізнес-процесів на підприємстві, запровадження систем зворотного зв'язку. Означене дозволить посилити контроль за результатами діяльності та підвищити ефективність роботи.

9. Розвиток цифрової грамотності працівників. Проведення навчання, підвищення кваліфікації, тренінгів через запровадження систем електронного навчання, сертифікації з питань здійснення моніторингу дозволить сформувати цифрові навички у працівників.

10. Цифрова безпека та інтеграція з платформами партнерів. Запровадження сучасних інструментів кібербезпеки дозволить підвищити рівень захисту даних та сприятиме безперебійній роботі підприємства. Здійснення інтеграції з платформами партнерів сприятиме цифровому обміну даними з контрагентами, постачальниками, клієнтами, забезпечить оптимізацію ланцюгів постачання.

Отже, врахування сучасних трендів цифровізації в аспекті моніторингу бізнес-процесів підприємства дозволить підвищити контроль, гнучкість, адаптивність і клієнтоорієнтованість. Впровадження таких підходів дозволить підприємствам зберігати конкурентоспроможність і лідерські позиції, нарощувати обсяги виробництва та збуту продукції.

**Висновки.** Слід підсумувати, що проаналізовані виклики сьогодення залишаються актуальними та серед них: нестабільність логістичних ланцюгів, зростаючі вимоги клієнтів до швидкості та прозорості обслуговування, кіберзагрози та необхідність постійної адаптації до технологічних змін. Встановлено, що перспективними напрямками розвитку цифрових технологій у логістиці є: розвиток безпілотної доставки, блокчейн-логістика, інтернет речей (IoT), системи предикативного моніторингу. Доведено,

що важливу роль в роботі підприємства відіграє моніторинг бізнес-процесів та доцільним є посилення проактивного моніторингу, запровадження системи штучного інтелекту з метою аналізу ризиків і затримок, а також створення гнучкої платформи управління бізнес-процесами із залученням великих даних, посилення кібербезпеки, розвиток цифрових навичок працівників.

Таким чином, цифровізація бізнес-процесів в умовах глобальних викликів є стратегічною необхідністю для виживання, розвитку та успішного функціонування підприємств. Моніторинг стає не лише інструментом контролю, а й основою для підвищення прозорості показників та результатів роботи, гнучкого управління, інновацій та довгострокової стійкості бізнесу в умовах динамічного економічного середовища.

### Список використаних джерел

1. Безпілотні аеротаксі EHang почали перевозити пасажирів у Китаї. Imena.UA. URL: <https://www.imena.ua/blog/ehang-unmanned-air-taxi/> (дата звернення: 10.05.2025).
2. Гринько Т. В., Петриняк У. Я., Андруша В. В. Цифровізація бізнес-процесів: основні тенденції та покращення креативності персоналу. *Сталий розвиток економіки*. 2024. № 2(49). С. 10–14. URL: <https://economdevelopment.in.ua/index.php/journal/article/view/928> (дата звернення: 10.05.2025).
3. Кишакевич Б. Ю., Демедюк Б. Т., Сисюк В. І. Цифровізація малого та середнього бізнесу: виклики та перспективи. *Інвестиції: практика та досвід*. 2024. № 2. С. 82–87. URL: <https://www.nayka.com.ua/index.php/investplan/article/view/2805/2841> (дата звернення: 10.05.2025).
4. Миттєвий перегляд зведення результатів опитування за допомогою Copilot у Viva Pulse. Microsoft. URL: <https://support.microsoft.com/uk-ua/viva> (дата звернення: 10.05.2025).
5. Озтурк І. Найбільша світова мережа супермаркетів піднімає ціни через Трампа. Онлайн-медіа «Інформаційне агентство «Главком». URL: <https://glavcom.ua/world/world-economy/>

najbilsha-svitova-merezha-supermarketiv-pidnimaje-tsini-cherez-trampa-1059044.html#google\_vignette (дата звернення: 10.05.2025).

6. Островська Г. Й., Шерстюк Р. П., Ціх Г. В. Управління бізнес-процесами в умовах цифрової трансформації підприємств. *Трансформація бізнесу для сталого майбутнього: дослідження, цифровізація та інновації* : монографія / за ред. О. А. Сороківської. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2024. С. 254–275.

7. Офіційний сайт ТОВ «Нова пошта». URL: <https://novaposhta.ua> (дата звернення: 10.05.2025).

8. Станіславик О. В., Коваленко О. М. Управління бізнес-процесами в умовах цифрової трансформації: стратегічні та тактичні аспекти. *Журнал «Наукові інновації та передові технології» (Серія «Управління та адміністрування», Серія «Право», Серія «Економіка», Серія «Психологія», Серія «Педагогіка»)*. 2025. № 1(41). URL: <http://perspectives.pp.ua/index.php/nauka/article/view/18672> (дата звернення: 10.05.2025).

9. Чапліч С. Штучний інтелект у логістиці та як його використовують світові й українські компанії. Proit. URL: <https://proit.ua/shtuchnii-intieliekt-v-loghistitsi-ta-ukrainski-kompaniyi/> (дата звернення: 10.05.2025).

10. 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: 10.05.2025).

11. Череп А., Череп О., Огренич Ю., Курченко М. Досвід Данії з цифровізації бізнес процесів як приклад для України. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Економічні науки*. 2023. Т. 324. № 6. С. 164–168. URL: <https://heraldes.khmnu.edu.ua/index.php/heraldes/article/view/294> (дата звернення: 10.05.2025).

12. 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. Череп А. В., Дашко І. М., Огренич Ю. О., Череп О. Г. Запоріжжя : видавець ФОП Мокшанов В. В., 2024. С. 86–97. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/24081> (дата звернення: 10.05.2025).

13. Accenture. COVID-19: Digital transformation in logistics and supply chain. URL: <https://www.accenture.com> (Last accessed: 10.05.2025).

14. Brodny J., Tutak M. Digitalization of Small and Medium-Sized Enterprises and Economic Growth: Evidence for the EU-27 Countries. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2022. Vol. 8 (2). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2199853122000087?via%3Dihub> (Last accessed: 10.05.2025).

15. 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, No. 1. P. 237–246. URL: <http://www.baltijapublishing.lv/index.php/issue/article/view/2331/2330> (дата звернення: 10.05.2025).

16. Chugh R., Ruhi U. Digital transformation in logistics: A framework for strategy and implementation. *Journal of Business Logistics*. 2022. 43(1). P. 45–62.

17. Costa I., Queiroz G. A., Alves P. N., Sousa T. B., Yushimito W. F., Pereira J. Sustainable digital transformation in small and medium enterprises (SMEs): A review on performance. *Heliyon*. 2023. Vol. 9 (3). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844023011155> (Last accessed: 10.05.2025).

18. FedEx Fulfillment планує розширення за рахунок інвестицій у робітників. Logist.fm. URL: <https://logist.fm/news/fedex-fulfillment-planuie-rozshirennya-za-rahunok-investiciy-u-robotiv> (дата звернення: 10.05.2025).

19. Gartner. Top Strategic Technology Trends for 2021. URL: <https://www.gartner.com> (Last accessed: 10.05.2025).

20. McKinsey & Company. The Next Normal: The recovery will be digital. URL: <https://www.mckinsey.com> (Last accessed: 10.05.2025).

21. PwC. Digital Operations and Performance Management in Logistics. URL: <https://www.pwc.com> (Last accessed: 10.05.2025).

22. Surgan I. Переваги блокчейна для логістики в міжнародній торгівлі. Incrypted. URL: <https://incrypted.com/ua/blokchejn-u-logistytsi-mizhnarodnoji-torgivli/> (дата звернення: 10.05.2025).

**KASHCHENA Nataliia Borysivna,**

Doctor of Economic Sciences, Professor

Department of Accounting, Audit and Taxation

State Biotechnological University,

Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7069-8860>

**NESTERENKO Iryna Volodymyrivna,**

PhD, Associate Professor

Department of Accounting, Audit and Taxation

State Biotechnological University,

Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3892-8248>

### **3.3. DIGITAL TECHNOLOGIES FOR BUSINESS MODEL TRANSFORMATION AND INTELLECTUALIZATION OF INFORMATION SUPPORT FOR SUSTAINABLE ENTERPRISE MANAGEMENT**

**Introduction.** In today's rapidly evolving digital economy, enterprises are compelled to continuously adapt their business models in response to challenges associated with digitalization, globalization, and the imperative of sustainable development. Digital technologies serve not only as tools for process automation but also as drivers of profound transformations in management paradigms, necessitating

a revision of traditional approaches to the informational support of management systems. Of particular relevance is the intellectualization of information support, which involves the use of analytical platforms, artificial intelligence (AI), machine learning, and big data to support decision-making processes aimed at achieving the Sustainable Development Goals.

Recent research has increasingly focused on digital technologies as key drivers for transforming enterprise business models and enhancing the level of intellectualization of management information systems. Contemporary scientific approaches emphasize the impact of digitalization on the restructuring of value creation mechanisms, the formation of new institutional environments, and the transformation of the role of business entities within the framework of sustainable development [1]. As V. Tsaryov notes, the implementation of digital platforms and respective transformative management models often meets resistance from proponents of traditional business models due to shifts in value creation principles, which in turn affect the redistribution of economic power and roles within value chains [2, p. 12]. This resistance is especially pronounced in economies with high centralization of managerial decisions and insufficient digitalization of management processes [3, p. 109].

In response to these challenges, interest in forming digitally integrated business models is growing. These models combine tools such as artificial intelligence, cloud computing, blockchain, and big data analytics systems. Notably, Bystryakov and Klynovyi highlight the need for novel mechanisms of sustainable governance that reduce direct government intervention through the development of partnerships between business and government entities [4, p. 9]. In such interactions, businesses become not only executors of public policy but also initiators of new models for managing natural and economic resources in the context of digital transformation.

Consequently, the development of intellectualized information systems for management processes is gaining prominence. These systems are based on the integration of structural-project approaches, digital monitoring and forecasting tools, and the establishment of

open data accessible to all participants of business ecosystems. Such integration enables enterprises to rapidly adapt to new challenges, make strategic decisions promptly, and ensure balanced growth aligned with sustainable development principles.

**Presentation of the main results of the study.** The transformation of business models in the digital age is underpinned by a shift from linear to platform-based and flexible structures focused on creating digital value for customers [5]. This transformation involves a reconfiguration of how value is created, delivered, and consumed by integrating digital technologies into core business processes. In this context, digital business models emerge from the interplay between technological innovations (cloud computing, Internet of Things, blockchain) and new managerial practices that support the sustainability agenda [6].

Modern digital solutions open new avenues for forming intelligent information systems capable of accumulating, processing, and analyzing large volumes of data, generating analytical insights, modeling developmental scenarios, and supporting strategic decision-making. The intellectualization of information support implies a synergy between traditional analytical systems and artificial intelligence algorithms, as well as cognitive modeling. This enhances adaptability, predictive accuracy, and the comprehensiveness of assessments concerning the socio-economic and environmental impacts of enterprise activities [7, p. 84].

Management for sustainable development necessitates the integrated use of digital solutions that facilitate effective monitoring, planning, reporting, and managerial decision-making (Table 1).

The assessment of the effectiveness of enterprise digital transformation in the context of sustainable development is a complex and multifaceted process that requires the integration of diverse indicators and consideration of the interrelationships among them. Such an assessment involves the use of multidimensional criteria that combine economic, social, and environmental indicators, each of which reflects key aspects of enterprise performance under conditions of digitalization (Table 2).



Table 1

### Digital Technologies in Sustainable Development Management

Application Area	Technology	Functionality and Effect
Environmental Monitoring	Internet of Things (IoT), Satellite Data	Monitoring emissions, energy consumption, and environmental conditions
Resource Forecasting and Optimization	Machine Learning, Digital Twins	Optimization of resource consumption, cost reduction, and mitigation of harmful impacts
Social Responsibility	ESG Analytics Platforms	Collection and visualization of data on social impacts
Sustainable Development Risk Management	Big Data Analytics, Cloud Computing	Identification, modeling, and mitigation of sustainability-related risks
Integrated ESG Reporting	Blockchain, Digital Platforms	Transparent, reliable, and standardized reporting to stakeholders

Source: compiled based on [7–9]

Table 2

### Enterprise Digital Transformation Effectiveness Assessment System

Criteria Category	Indicator	Description
<i>Economic Efficiency</i>	ROI of Digital Investments	Ratio of profit to digitalization costs
	Labor Productivity Growth	Impact of digital technologies on the volume of products/services
<i>Environmental Sustainability</i>	Energy Efficiency Index	Energy consumption per unit of production
	CO <sub>2</sub> Emissions per Unit of Revenue	Level of environmental impact
<i>Social Impact</i>	Employee Digital Engagement Index	Share of employees using digital tools
	Employee Satisfaction Level	Results of internal surveys following implementation

Source: compiled based on [10–12]

From an economic perspective, it is advisable to consider indicators such as productivity, resource use efficiency, financial stability, profitability, and the level of investment in innovation and digital technologies. The social dimension includes indicators of the quality of labor relations, the level of employees' digital skills, adherence to principles of gender equality, occupational safety, and the extent of employee involvement in decision-making and business model transformation processes. The environmental component focuses on assessing the adoption level of "green" technologies, the volume of harmful emissions, the application of resource-saving practices, and the integration of circular economy principles into the enterprise's operational activities.

The multidimensionality of the assessment necessitates the application of comprehensive approaches, such as the Analytic Hierarchy Process, Principal Component Analysis, Data Envelopment Analysis, and other multicriteria models. These methods allow for systematic processing of large volumes of information, establishing priorities, and identifying dominant influencing factors. The use of these approaches contributes to the development of more informed managerial decisions aimed at achieving a balanced combination of economic efficiency, social responsibility, and environmental safety in the process of enterprise digital transformation.

The continued advancement of digital technologies-particularly artificial intelligence, quantum computing, and blockchain solutions-is opening new horizons for the development of adaptive and sustainable business models. In the coming years, the role of integrated digital platforms is expected to intensify, as they have the potential to unify production, environmental, and social processes within a single management information ecosystem.

Integrated digital platforms, by initiating a rethinking of market interactions through the introduction of innovative mechanisms and new models of production and consumption organization, serve as

a key determinant of changes in the modern economic environment. Leveraging digital technologies, platform-based businesses facilitate user interactions, optimize resource allocation, and create value through network effects. The platform economy is thus based on the concept of multi-sided markets, in which intermediaries enable interaction between various user groups. Unlike traditional linear business models, platform-based models evolve through connectivity, data-driven decision-making, and scalability. The core theoretical principles of the platform economy include:

1. *Network Effects* – The value of the platform increases with the number of participants, creating positive feedback loops that drive growth and market dominance.
2. *Digital Infrastructure and Interoperability* – Platforms rely on developed digital ecosystems that ensure seamless user interaction, thereby promoting innovation and operational efficiency.
3. *Data Monetization and Personalization* – Aggregating and analyzing user data creates opportunities for targeted marketing, enhanced user experiences, and expanded service offerings.

The adoption of platform-based solutions fundamentally transforms traditional business models, establishing new mechanisms of interaction among economic agents, optimizing production and management processes, and enhancing enterprise integration into digital ecosystems (Table 3).

Traditional business models based on a linear logic of value creation continue to play an important role in many sectors of the economy. However, under conditions of digitalization, they are becoming less flexible, limited in scalability, and less adaptive to changes in consumer behavior and the market environment. In contrast, platform-based business models, which leverage digital technologies, data, and network effects, establish a new logic for value creation, delivery, and monetization. They provide rapid scalability, enhanced innovativeness, active user participation in content creation, and a high degree of flexibility.

Table 3

**Comparison of Platform-Based and Traditional Business Models**

<b>Comparison Criterion</b>	<b>Traditional (Linear) Business Model</b>	<b>Platform-Based Business Model</b>
Value Creation	The producer independently creates the product/service	Value is co-created with users (ecosystem approach)
Revenue Source	Sale of goods or services to the end consumer	Commissions, access fees, advertising, data processing
Customer Interaction	One-way (producer → consumer)	Multi-sided (interaction among users, partners, and the platform)
Assets	Own physical or intellectual assets	Intangible assets: data, network effects, user-generated content
Scalability	Depends on resources (production capacity, workforce)	High scalability enabled by network effects
Innovativeness	Incremental product improvement	Innovation in business models, user experience, and digital architecture
Core Focus	Supply chain optimization and cost reduction	Development of interaction among platform participants
Examples	Manufacturing enterprises, retail stores	Uber, Airbnb, Amazon, Facebook, Rozetka

*Source: compiled based on [13–15]*

A key advantage of the platform model lies in its ability to integrate diverse market participants (producers, consumers, service providers) into a unified digital environment, which enables the generation of synergy and realization of network interaction effects. At the same time, platforms require a high level of digital infrastructure, algorithmic data management, and regulatory support. The following strategies are recommended for improving enterprise business models:

1. *Hybridization of business models.* It is advisable to combine elements of both platform-based and traditional models. For example, industrial enterprises may implement their own digital platforms for

supply chain management, after-sales service, or data exchange with partners.

2. *Investment in digital infrastructure.* The development of IT architecture, cloud services, artificial intelligence systems, and big data analytics is critically important for the transition to platform-based models.

3. *Expansion of digital communication channels.* Enterprises should actively utilize digital platforms as a means of interaction with customers, partners, and suppliers, allowing for the creation of new market niches.

4. *Creation of proprietary platforms.* Large enterprises may consider developing their own platforms to unite industry or regional stakeholders and foster ecosystem development.

5. *Adaptation of organizational culture to digital transformation.* It is necessary to cultivate digital competencies among employees, implement open innovation practices, and adopt flexible management methods.

6. *Increased focus on cybersecurity and ethical data usage.* In an era of intensive digitalization, data protection and user trust become the foundation for the sustainable operation of platform-based business models.

Thus, the implementation of platform logic in enterprise operations creates prerequisites for ensuring sustainable development, enhancing competitiveness, and achieving long-term effectiveness. Successful digital transformation of a business model requires strategic vision, technological readiness, and adaptive management approaches.

The evaluation of the effectiveness of modern platform-based business models in the context of enterprise socio-economic system transformation is critically important for analyzing their impact on the business environment, the labor market, and the overall dynamics of economic development. The economic efficiency of platform business models is assessed through indicators such as profitability, scalability speed, and resource utilization productivity. A key factor is the enterprise's ability to adapt to digital transformation through the

integration of new financial instruments, the automation of operational processes, and improved asset management efficiency [16, p. 485].

In a platform economy, enterprises gain opportunities to optimize business processes through the use of cloud services, big data analytics, and artificial intelligence algorithms, which enhances their operational flexibility and strategic resilience. Social transformations driven by platform-based business models manifest in the changing nature of labor relations, the rise of remote employment, and the advancement of digital inclusion. Enterprises transitioning to platform-oriented business structures must adapt their human resource strategies to meet new labor market demands, including the implementation of gig economy models, the use of freelance platforms, and the development of digital economy competencies among employees. Simultaneously, digitalization contributes to the transformation of internal corporate communications, increased transparency of management processes, and the formation of new approaches to organizational culture.

The financial support for the transformation of socio-economic enterprise systems in the platform economy requires innovative approaches to resource accumulation and allocation. The use of venture capital, crowdinvesting, asset tokenization, and decentralized finance technologies opens new avenues for capital attraction and the formation of resilient digital business ecosystems. In this context, public-private partnerships play a crucial role in stimulating investments in digital infrastructure, thereby ensuring the long-term stability and resilience of platform-based business models [17, p. 230].

Hence, assessing the effectiveness of platform-based business models in the context of enterprise socio-economic system transformation requires a comprehensive approach that incorporates economic, social, digital, competitive, and financial aspects. Enterprises that actively implement platform solutions gain strategic advantages in the digital economy, yet they also face challenges that demand flexible management practices, adaptable business models, and the creation of new mechanisms for interaction with the external environment.

Platform business models vary depending on the nature of the platform, its monetization strategies, and market positioning. The most common types include:

- Marketplaces (e.g., Amazon and eBay), which connect sellers and buyers while facilitating transactions and logistics;
- On-demand service platforms (e.g., Uber and Airbnb), which match service providers with consumers, optimizing resource use and convenience;
- Subscription platforms (e.g., streaming services like Netflix and Spotify), which generate revenue through periodic payments, fostering user retention and scalable content distribution;
- Advertising platforms (e.g., social networks like Facebook and Google), which monetize user interactions through targeted advertising by leveraging large volumes of data [18, p. 7].

Despite their economic significance and growing role in the transformation of enterprise socio-economic systems, platform-based business models face a number of challenges that affect their long-term sustainability, competitiveness, and degree of integration into the global economy. One of the key challenges is the regulatory support for the functioning of the platform economy. The global nature of platform business models, which operate across multiple jurisdictions, complicates the application of national regulatory frameworks and creates substantial legal conflicts. This necessitates the development of adaptive regulatory mechanisms that harmonize international standards of the digital economy with local legal norms, ensuring an effective balance between state oversight, entrepreneurial freedom, and consumer rights protection.

Particular attention should be given to the issues of digital platform taxation, prevention of tax evasion, and the establishment of a level playing field for all market participants. Another equally important issue concerns data privacy and cybersecurity. Platform-based business models heavily depend on the processing of vast volumes of user data, which raises ethical dilemmas related to the protection of personal information, algorithmic transparency, and compliance with digital security rights. The

rise in cybercrime threats, data leakage risks, and algorithmic bias requires the implementation of effective information security measures, along with the strengthening of regulatory frameworks for safeguarding digital rights of citizens and enterprises [19].

Crucial components include the development of cyber hygiene standards, the enhancement of digital literacy among users, and the improvement of oversight mechanisms for platform activity by regulatory authorities.

Market concentration and competition challenges represent another critical aspect of the platform economy's development. The dominance of a small number of large platform companies poses monopolization risks, restricts market entry for new players, weakens innovation dynamics, and may lead to the establishment of non-transparent rules of the game. To ensure fair competition, it is necessary to strengthen antitrust regulation, particularly by implementing mechanisms for the separation of digital ecosystems, reducing entry barriers for small and medium-sized enterprises, and promoting the development of open interoperability standards between platforms. In addition, legal frameworks governing mergers and acquisitions in the digital economy need refinement to prevent excessive concentration of market power in the hands of a few corporations.

Another major challenge is ensuring the sustainable development and social responsibility of platform-based business models. The impact of the digital economy on environmental sustainability is reflected in the increasing energy consumption required for the operation of data centers and information storage and processing infrastructure, as well as in electronic waste generated by rapid technological obsolescence. In this context, the introduction of circular economy principles, the development of green digital technologies, and the use of energy-efficient solutions in platform businesses are essential.

Beyond environmental considerations, corporate social responsibility entails ensuring fair labor conditions, upholding inclusivity and equal opportunity principles, and actively participating



in the creation of social initiatives aimed at advancing digital education and expanding access to digital infrastructure across regions.

Cybersecurity, digital inclusion, and ethical data use remain key development vectors (Table 4).

Table 4

**Analysis of Key Vectors of Enterprise Digital Transformation**

Main Aspects	Cybersecurity	Digital Inclusion	Ethical Data Use
<i>Content and Characteristics</i>	Protection of the enterprise's information infrastructure through technical, organizational, and legal measures	Ensuring equal access to digital technologies for all participants in economic interaction	Use of data in accordance with ethical standards, human rights, and transparency
<i>Potential Impact on Sustainable Development</i>	Ensuring the resilience of business processes, reducing data loss risks, increasing trust	Expanding innovation potential, reducing digital inequality, increasing human capital	Preventing manipulation, strengthening legal standing of enterprises, increasing social responsibility
<i>Key Challenges</i>	Growing number of cyberattacks, shortage of specialists, high cost of solutions	Geographic and social inequality in access, low levels of digital literacy	Lack of algorithmic transparency, inadequate AI regulation, privacy risks
<i>Improvement Directions</i>	Implementation of Zero Trust architectures, NIST frameworks, employee cybersecurity training	Subsidizing digital infrastructure, expanding access to e-learning, state-run digital inclusion programs	Development of ethical codes, AI model audits, implementation of Data Governance practices

*Source: author's elaboration*

The analysis of the key vectors of enterprise digital transformation-cybersecurity, digital inclusion, and ethical data use-leads to the conclusion that all of these directions play a fundamental role in ensuring the sustainable development of modern businesses.

Cybersecurity remains a critically important factor for enterprise resilience, particularly in light of the growing number of cyber threats and attacks. The high cost of data breaches-averaging over \$4 million-demonstrates the economic rationale for investing in robust protection systems. Furthermore, cybersecurity directly affects the level of trust in business from clients, partners, and public institutions [20].

Digital inclusion, in the context of increasing digitalization, takes on strategic significance in shaping an innovation-driven and socially equitable environment. A low level of digital literacy and limited access to digital tools across certain regions and social groups pose risks of slowing transformational processes and exacerbating social inequality. Accordingly, implementing digital education programs, subsidizing infrastructure, and increasing state involvement in bridging the digital divide must become priorities at both macro and micro levels.

Ethical data use determines the quality of managerial decision-making, the level of corporate responsibility, and the legitimacy of business in society. Amid the widespread implementation of artificial intelligence, algorithmic systems, and big data analytics, there is an increasing need for transparency, accountability, and compliance with human rights. Currently, only a small portion of companies in the EU have developed ethical data usage policies, indicating the necessity of new regulatory and organizational approaches-such as the implementation of Data Governance standards, conducting ethical audits of digital solutions, and developing corporate codes of ethics for data handling.

Overall, effective digital transformation of enterprises must be based on the integration of three interrelated dimensions: ensuring high levels of cybersecurity, achieving digital inclusion, and adhering to ethical principles of information use. This approach will not only

enhance the competitiveness of enterprises but also contribute to the harmonious development of the digital economy as a whole.

One of the key tasks is the development of a holistic, integrated information and analytical environment within the enterprise, which enables both operational and strategic monitoring and forecasting of changes in external and internal environments. A crucial prerequisite is the integration of heterogeneous data sources and the transformation of information into knowledge through the application of intelligent analysis methods—laying the foundation for scientifically grounded decision-making in the management of sustainable development (Table 5).

Table 5

**Comparative Characteristics of Traditional  
and Intelligent Information Support for Enterprise Sustainable  
Development Management**

<b>Comparison Criteria</b>	<b>Traditional Information Support</b>	<b>Intelligent Information Support</b>
<i>Data Sources</i>	Limited, fragmented, often manually entered	Integrated, automated, dynamically updated data collection systems
<i>Nature of Data</i>	Linear arrays, structured databases	Big data, multi-format, unstructured, real-time streaming data
<i>Processing and Analysis Methods</i>	Spreadsheet analytics, regression analysis	Machine learning, neural networks, cognitive modeling
<i>Decision-Making Technologies</i>	Intuitive, based on personnel experience	Expert systems, predictive analytics, digital twins
<i>Response Speed</i>	Slow, with delayed reactions to changes	Real-time, proactive adaptation to change
<i>Reliability of Managerial Decisions</i>	Subjective, with a high margin of error	Objectified, based on risk assessment models
<i>Integration of Sustainable Approaches</i>	Partial, unsystematic implementation	Systemic integration of economic, social, and environmental factors

Source: author's elaboration

A comprehensive analysis reveals significant advantages of intelligent information support in the context of enterprise sustainable development. First, modern digital platforms enable automated collection, processing, and storage of large volumes of heterogeneous data, thereby enhancing the analytical capacity of management systems. Second, the use of artificial intelligence algorithms, cognitive technologies, and machine learning methods provides a foundation for predictive modeling, the identification of hidden dependencies, and real-time decision-making.

Third, the integration of social, economic, and environmental criteria into decision-support systems increases alignment with strategic goals of sustainable development. Thus, the intellectualization of information systems not only improves the effectiveness of current management but also strengthens enterprises' capacity for long-term development based on sustainability principles. In sum, the implementation of intelligent solutions in managerial information systems is a key factor in enhancing enterprise competitiveness and socio-environmental responsibility.

The development of integrated models for sustainable development management using digital tools is a critical step toward achieving an effective and systemic approach to enterprise governance in the face of modern global challenges. Sustainable enterprise development requires a balance among economic, social, and environmental dimensions, which in turn demands new, more efficient management models capable of considering diverse factors and adapting swiftly to change. This is made possible through the application of modern digital technologies, which ensure flexibility, accuracy in decision-making, and long-term development stability in rapidly changing environments.

A core component of integrated models is the use of advanced information technologies for collecting and analyzing large volumes of data from various sources. Technologies such as Big Data allow for large-scale processing of heterogeneous information and its use in constructing predictive models that account for a wide spectrum of internal and external influences. This enables not only effective

resource management but also optimization of costs throughout the production cycle. Big data analysis helps uncover hidden patterns, forecast future changes, and inform evidence-based decisions for enterprise development.

Management decisions grounded in digital tools allow enterprises to respond rapidly to changes in market conditions while considering environmental impacts, social needs, and economic indicators. A vital element of digital transformation is the integration of tools such as ERP systems and data management systems, which support comprehensive and automated management across all enterprise levels. These tools create a unified information environment that reduces the risk of errors, accelerates decision-making, and facilitates the implementation of sustainable development strategies with maximum efficiency.

Special attention should be given to the use of machine learning and artificial intelligence in integrated models. These technologies enable automatic pattern recognition in large data sets and the construction of complex mathematical models that support forecasting of potential changes affecting sustainable enterprise development. Machine learning algorithms are applied not only to financial and economic indicators but also to social and environmental dimensions, allowing for the consideration of multifactorial and interrelated components of enterprise operations.

Thanks to the development of Internet of Things (IoT) technologies, enterprises can continuously monitor the condition of their assets, resources, and even the surrounding environment in real time. These technologies enable timely responses to deviations from standards and reduce negative environmental impacts—an essential element of sustainable development. Additionally, such tools significantly reduce energy consumption costs, optimize logistics processes, and lower the ecological footprint of enterprises.

From a social perspective, integrated sustainable development management models address employee needs, safety, development, and well-being. Digital human resource management platforms

are employed to analyze the efficiency of workforce utilization and employee satisfaction levels. They also support interactive communication with staff and facilitate flexible management models that account for individual employee needs and foster their professional and personal fulfillment.

Integrated models for sustainable development management demonstrate the highest effectiveness when combined with tools such as digital twins, which enable the creation of virtual replicas of real production processes for testing various scenarios and evaluating outcomes without exposing actual resources to risk. These tools also facilitate process optimization, innovation testing, and the formulation of strategic decisions while minimizing economic losses.

Integrated digital models for sustainable enterprise management not only provide effective responses to changes in internal and external conditions but also enhance the adaptability of enterprises to future challenges such as legislative changes, economic crises, and socio-environmental transformations. They have become vital instruments for ensuring long-term enterprise competitiveness, improving management process efficiency, and reducing negative environmental impacts.

**Conclusions.** Thus, given the dynamic nature of digital transformation, classical approaches to information support for managerial decision-making are losing their effectiveness, necessitating their intellectualization. The intellectualization of information support is understood as the implementation of digital technologies, artificial intelligence methods, machine learning, big data, expert systems, and cognitive platforms that enhance adaptability, accuracy, and efficiency in decision-making in the context of achieving sustainable development goals.

The digital dimension of transformation, driven by platform-based solutions, encompasses not only the automation of operational processes but also profound changes in the interactions among economic actors. The use of blockchain to ensure transaction transparency, the application of artificial intelligence for personalized business solutions, and the integration of big data analytics

into enterprise management processes contribute to increased competitiveness and accelerated responsiveness to market shifts.

In this context, enterprise competitiveness in the new environment is defined by the ability to adapt to changes in regulatory policy, technological challenges, and growing cybersecurity threats. A critical success factor for transformation is the development of digital development strategies that include business model diversification, enterprise integration into global platforms, and the creation of new value sources through digital services.

At the same time, enterprises must account for the risks of platformization, including the potential loss of autonomy, increased dependency on large digital corporations, and the necessity to adapt to the constantly evolving conditions of the digital market.

### References

1. Lu Y. How Digital Technology Shapes the Role of Accounting Professionals. *University of Western Australia*. URL: <https://research-repository.uwa.edu.au/en/publications/how-digital-technology-shapes-the-role-of-accounting-professional> (Last accessed: 23.04.2025).
2. Tsarov V. M. Peculiarities of the development of the platform economy in the context of neo-institutional theory. *Strategy of economic development of Ukraine*. 2021. 47. P. 5–15. DOI: <https://doi.org/10.33111/sedu.2020.47.005.015> (Last accessed: 23.04.2025).
3. Kashchena N., Nesterenko I. Digitalization of environmental safety management as a tool for ensuring sustainable development. Integration vectors of sustainable development: economic, social and technological aspects: collective monograph. The University of Technology in Katowice Press. 2023. P. 109–122 URL: [https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/27313/1/Monografia\\_2023\\_Katowice-110-123.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/27313/1/Monografia_2023_Katowice-110-123.pdf) (Last accessed: 23.04.2025).
4. Bystriakov I., Klynovyi D. Platform economy of spatial business ecosystems as an innovative trend of sustainable development. *Science and science education*. 2024. 3(105). P. 03–25. DOI: <https://doi.org/10.15407/sofs2019.03.003> (Last accessed: 23.04.2025).

5. Zysman, J. and Kenney, M. The Next Phase in the Digital Revolution: Platforms, Abundant Computing, Growth and Employment. *ETLA Reports*. 2016. No 61. URL: <https://dl.acm.org/citation.cfm?doid=3181977.3173550> (Last accessed: 23.04.2025).

6. Kraus N. M., Kraus K. M., Marchenko O. V. Platform economy: narrative of innovative formation of entrepreneurial universities and philosophy of development based on digitalization. 2020. *Efficient economy*. № 1. DOI: 10.32702/2307-2105-2020.1.6 (Last accessed: 23.04.2025).

7. Kashchena N., Nesterenko I., Chmil H., Kovalevska N., Velieva V., Lytsenko O. Digitalization of Biocluster Management on Basis of Balanced Scorecard. *Journal of Information Technology Management*. 2023. Vol. 15. Is. 4. P. 80–96. DOI: <https://doi.org/10.22059/jitm.2023.94711>. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/42412> (Last accessed: 23.04.2025).

8. Liubokhymets L.S., Shpuliar Ye.M. Digital transformation of the national economy: current state and future trends. *Visnyk of Khmelnytsky National University*. 2019. No 4. P. 213–217.

9. Khlivniuk T. P. Platform economy as a factor in the modernization of the welfare state. *Epistemological research in philosophy, social and political sciences*. 2021. 4(1). P. 123–131. DOI: <https://doi.org/10.15421/342114> (Last accessed: 23.04.2025).

10. Tyshchenko D.S. Digital transformation as a driver of economic development. *Digital economy and economic security*. 2023. 4. P. 38–45. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.4-7> (Last accessed: 23.04.2025).

11. Harnessing the Power of Digital Accounting for Business Growth. *Exchange Accountants*. URL: <https://exchangeaccountants.com/harnessing-the-power-of-digital-accounting-for-business-growth> (Last accessed: 23.04.2025).

12. Kovalevska N., Boychenko N., Nesterenko I. It-audit as a priority direction of internal control of activities of hotel enterprises. economic strategy and prospects of trade and services sector development. *Economic strategy and prospects for the*



*development of trade and services*. 2020. 2 (30). P. 34–45. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/2773> (Last accessed: 23.04.2025).

13. Hatska L.P., Zavadzka O.M. Digital business transformation in the context of modern changes. *Economy and society*. 2023. 50. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-50-31> (Last accessed: 23.04.2025).

14. Real-Time Accounting: Benefits, Implementation & FAQs – HubiFi – Automate. Discover opportunities. Grow profitably. HubiFi – Always Be Closed. URL: <https://www.hubifi.com/blog/real-time-accounting-systems-unleashing-financial-accuracy-and-efficiency-with-hubifi> (Last accessed: 23.04.2025).

15. Raicheva L. I., Horbanova V. O. Digital transformation of business processes as a key component of enterprise development strategy. *Economic Visnyk of NTUU «Kyiv Polytechnic Institute»*. 2024. № 30. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.30.2024.313040> (Last accessed: 23.04.2025).

16. Kashchena N. B., Nesterenko I. V. Digitalization and greening of innovative business development: marketing aspects of post-war recovery. *Marketing in entrepreneurship, exchange activity and trade in smart society: managerial, innovative and methodological dimensions* : a collective monograph. Lviv : publisher B.-P.O. Koshevoy. 2023. P. 482–504. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/31522> (Last accessed: 23.04.2025).

17. Dombrovska N. Digital transformation of accounting: the impact of technology on the efficiency and quality of financial reporting. *Economic analysis*. 2023. Tom 33. № 2. P. 239–246. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2023.02.239> (Last accessed: 23.04.2025).

18. Oncioiu I., Petrescu A. G., Petrescu M. Impact of Digital Transformation on Accounting Information Systems. *Economic and Business Review*. 2021. 23(1). P. 5–16. DOI: 10.2478/eb-2021-0017 (Last accessed: 23.04.2025).

19. Knudsen D.-R. Elusive boundaries, power relations, and knowledge production: A systematic review of the literature on

digitalization in accounting. *International Journal of Accounting Information Systems*. 2020. 36, 100441. DOI: 10.1016/j.accinf.2019.100441 (Last accessed: 23.04.2025).

20. Berwanger J. Automation in Accounting: A 2024 Guide to the Future. HubiFi. URL: <https://www.hubifi.com/blog/the-impact-of-automation-in-accounting> HubiFi Homepage (Last accessed: 23.04.2025).

**NERODA Tetyana Valentynivna,**

PhD in Engineering, Full Professor, Associate Professor,  
Institute of Printing Art and Media Technologies  
in Lviv Polytechnic National University,  
Lviv, Ukraine

ORCID: 0000-0002-5728-7060

### **3.4. METHODOLOGY FOR ADAPTING SUCCESSFUL DECISION ALGORITHM IN MODELING OPTIMAL STRATEGY FOR PUBLISHING AND PRINTING ENTERPRISE**

**Introduction.** Modern publishing and printing enterprises are confronted with the urgent need to swiftly adapt to dynamic market conditions, growing customer demands, and continuous advancement of technological innovations. This adaptation extends beyond processes of product preparation and manufacturing, encompassing the formulation of production strategies, the optimization of resource management systems, logistical frameworks, and comprehensive financial planning. Furthermore, enterprises must align their corporate strategies with emerging industry trends, integrating new technological capabilities into their operational workflows to maintain competitive advantage and ensure sustainable growth. Automation in publishing and printing processes involves the integration and deployment

of software solutions and technological innovations to enhance the management and efficiency of all business operations. Covering various aspects of production activities such as data management, individual stages of order registration and subsequent preparation, marketing, sales, and financial planning, and automation incorporates the implementation of technologies that mitigate the negative impact of human factors, reduce operational costs, and improve product quality. The Ukrainian printing industry is one of the few market niches that has maintained its capacities during the 2019 coronavirus pandemic and has developed further after the full-scale Russian invasion.

**Analysis of the last research and problem statement.** Digitalization of selecting the optimal development strategy for production in the context of the modern market is a critical topic of scientific research aimed at ensuring the competitiveness and efficiency of enterprises across various industrial sectors, highlighting several key directions. Considerable attention is drawn to studies addressing the challenges of effectively transferring human skills, cognitive abilities, and problem-solving capabilities into adaptive automation systems [1–3]. A promising solution for enhancing production systems within the context of Industry 4.0 is the identification of technology priorities from the perspective of implementation strategies, achieved through the integration of smart automation tools and performance indicators [4–6].

Automated optimization methods are employed to implement simulation models that assist in evaluating various strategies and selecting the most effective ones depending on the situational context [7; 8]. The optimization problem of production, distribution, and logistics, solved by a metaheuristic algorithm for calculating approximate solutions [9], takes into account all constraints of realistic scenarios within a mixed integer linear programming model. The optimization method of multi-level controlled evolution [10] facilitates the solution of multi-objective tasks in fuzzy, flexible workplace planning within the deterministic environment of modern production. An alternative approach to assembly line balancing aimed

at maximizing throughput with a given number of workstations [11] is realized through multi-stage decision-making under constraints on task prioritization. The mathematical mixed integer linear model for production routing problem [12] incorporates inventory replenishment policies, as well as homogeneous and heterogeneous product characteristics.

Among the optimization measures for end-to-end corporate workflows, there is a noticeable trend in the use of multi-objective control algorithms: here, order-related data are stored in self-managed digital containers [13] and are subject to exchange between stages of the production process. The application of transparent automation in the modeled control task, in the absence of simultaneous requirements [14], provides more information about decision-making and improves order execution accuracy, increasing the reliability threshold of expert data. The thematic classification of the job ticket with a two-level hierarchy of metadata description labels at different levels of detail [15] ensures the flexibility of specialized workflow automation, their efficient routing, and suitability for new scenarios and datasets. The combination of strategies and automation processes according to the policies and methods of production optimization [16] particularly enhances the adaptability of provisioning and logistics systems within the enterprise.

Decision support algorithms are employed to optimize production processes, taking into account various criteria such as cost, execution time, product quality, and environmental standards. The planning algorithm with confidentiality preservation based on clustering and the Cloud-Edge-End framework [17] ensures the minimization of workflows with limited bandwidth. Efficient constructive heuristics and an iterated greedy algorithm have partially solved the blocking flowshop scheduling problem [18] by generating an initial solution with a high level of quality. The original concept of multi-task optimization in production enhances the overall effectiveness of the search optimization system for multiple component tasks [19] in cases where the similarity between tasks of simultaneous resolution

of unrelated optimization instances is not known in advance. The integration of the optimization algorithm into a dynamic production environment [20] is based on an iterative gate model for the full step-by-step execution of a strategy to deploy a comprehensive scenario, integrating control mechanisms to redefine decisions made.

A review of recent global research has revealed a significant amount of work in the field of automation of production processes and decision support systems across various industries. However, the specific characteristics of the publishing and printing industry involve high product variability, the need for order customization, rapid order fulfillment, and printing accuracy. The publishing and printing processes are often associated with a multitude of stages, each having its own nuances and critical quality parameters that must be monitored and adjusted in real-time. The automation tools for selecting the optimal production strategy and other decision support systems considered in existing research are not always able to effectively account for all these factors and comprehensively ensure the necessary level of flexibility and adaptability. Therefore, the design of an expert system for selecting informed decisions based on accumulated data from the knowledge base is highly relevant. This system would aim to mitigate the negative factors encountered during the implementation of a business plan, significantly enhancing the accuracy and relevance of modeling the optimal strategy for a publishing and printing enterprise.

**Methods and materials.** The printing and publishing sector, as a field of social relations and on-demand service provision, can maintain its relevance and competitiveness through the integration of contemporary initiatives and digital technologies. Market dynamics, changes in the habits of the target audience, emerging trends, globalization, and other daily challenges require printing product manufacturers to not only withstand the pressure of unfavorable factors but also to transform these factors into opportunities. An analysis of flexibility and innovation methods identifies them as key components of resilience and growth within the industry. Flexibility

enables adaptation to environmental changes and effective responses to market challenges. On the other hand, innovation opens doors to pioneering solutions, broadening audiences, and creating exceptional experiences for customers. Strategic partnerships and cooperation, as other important approaches, have proven to be highly effective in overcoming difficulties. The pooling of efforts, resource sharing, and intellectual property exchange allow printing establishments to transcend traditional constraints and adapt to the new market realities. Thus, the printing and publishing sector finds itself at the crossroads of innovation, strategic interaction, and flexible approaches, which creates a unique opportunity to bring new ideas to life and ensures a high degree of competitiveness in the current market conditions. The selected methods were chosen with regard to the completeness of fact representation and rule establishment in the knowledge base of the production model for implementing the inference mechanism.

In the designed publishing-printing oriented expert system, the production contour model is used to establish the interrelations between various parameters of the production process and optimization strategies. For example, during printing, various issues may arise, such as deviations in color reproduction, incorrect settings of printing equipment, or changes in material properties. These issues may require immediate intervention and process correction. Moreover, the interaction of different stages of production, such as design, prepress preparation, printing, and post-printing processes, must be taken into account. During inference, a detected fact, such as a decrease in print quality, is compared with rules, and if a match occurs, the corresponding rule suggests a possible solution. For instance, if the rule indicates the “need for calibration of printing equipment” as a solution, when a decrease in print quality is detected, the system will propose calibration as a possible optimization strategy. If there are other rules related to the obtained optimization strategy, such as “cleaning of the print head,” and a new fact “need to check consumables” is detected, this strategy will be considered

as an intermediate step in the reasoning process. In this case, further reasoning is carried out, continuing until the final result is obtained. If no more rules exist based on which conclusions can be drawn from the obtained possible optimization strategy, it is considered final. At any step of such inference, multiple applicable rules may emerge. For example, a “decrease in print quality” could also lead to a recommendation for “improving personnel qualifications,” and then a reasoning tree would be generated, defining a set of possible optimization strategies. Therefore, the presented methodology involves the design of an expert system, taking into account the specificities of the publishing-printing process and determining situational feedback loops for the continuous improvement of decisions based on up-to-date data. This will not only allow for prompt responses to changes and issues but also enable forecasting, significantly improving management effectiveness and the quality of the final product.

**Detailing of Optimization Aspects in Commercial Printing Institutions.** Being a complex and competitive sector of the economy, the publishing and printing industry inevitably faces a variety of challenges and difficulties. Therefore, when deploying a corporate expert system for analyzing negative factors and making management decisions, the primary need arises for the organization of the knowledge base to collect and process factual optimization toolkit for the operations of publishing and printing establishments of various specializations [13]. During the preparation of printing orders, the accumulated toolkit (Figure 1) is refined by experts, specified, and detailed based on specific production situations.

The stratification of the actual tools in the corporate knowledge base is a crucial stage in ensuring the effective functioning of the expert system used for decision-making in publishing and printing enterprises. Process of dividing and sampling enables the correct selection of aspects of toolkit, allowing for creation of a structured and organized model for collecting, storing, and processing information.

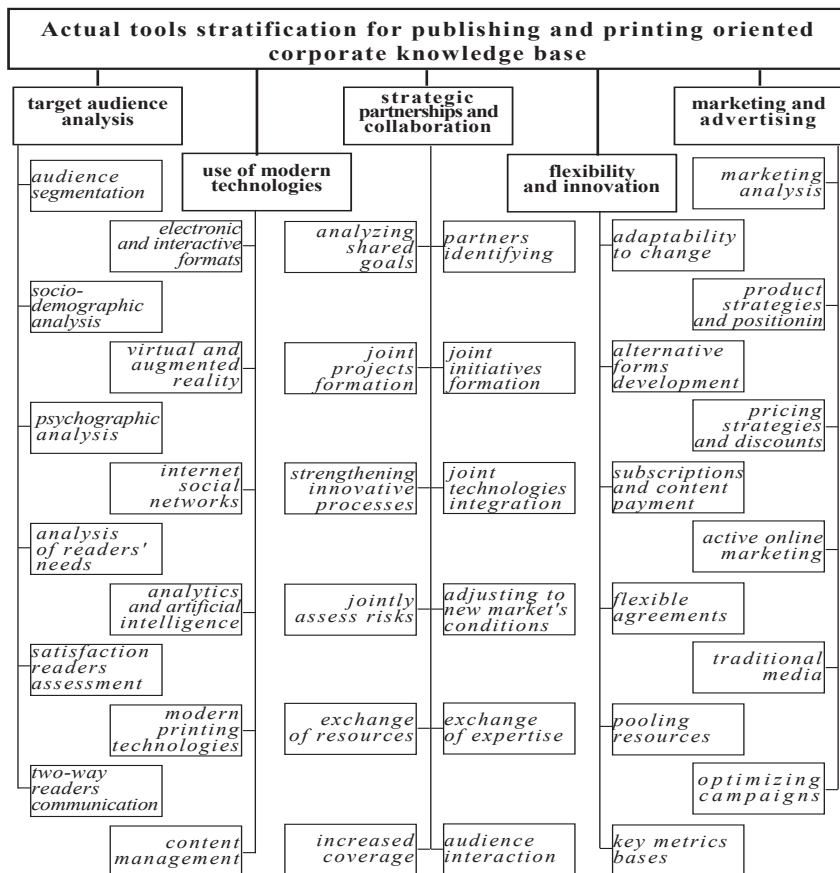


Figure 1. Actual toolkit stratification for public and printing oriented corporate knowledge base

Source: generated by the author

This process enhances operations across all stages of the production cycle, from prepress to post-print activities. Equally important is the definition of access levels to this information for different user categories, such as operators, managers, and experts engaged in process analysis and optimization.



Such a correct selection of aspects within the toolkit not only facilitates data accumulation but also ensures its effective application for decision-making based on facts and verified data. In particular, it allows expert systems to analyze situations and generate recommendations, considering various parameters such as changes in product quality, material properties, and technological processes. An expanded and flexible system of stratification of knowledge tools enables adaptation to rapidly changing market conditions, providing accurate and timely information for decision-making, thereby enhancing the competitiveness of enterprises.

For successful publishing activities, it is crucial to understand your target audience. Analyzing the interests and needs of readers enables publishers to tailor their products to the actual demands of consumers, thereby reducing the risk of failure and increasing the popularity of publications. The target audience determines the success of any publishing activity, as consumers are the primary participants in the book market. The **target audience analysis** in publishing involves a comprehensive study of the interests, needs, and characteristics of readers in order to adapt products to their expectations.

The first stage of the analysis involves *audience segmentation*. The publisher must identify different groups of readers with similar characteristics and interests. This could be based on age groups, social status, previous reading experience, and other criteria. A detailed *socio-demographic analysis* when reviewing the audience's characteristics includes the study of categories such as age, gender, education, income, and other key parameters. For example, understanding that younger readers may value electronic book formats more could influence the publisher's strategies. *Psychographic analysis* allows the identification of the lifestyles and personality traits of readers. This includes interests, preferences, ideological beliefs, and other factors that influence how information is perceived. Defining the real needs of readers is a key aspect. This may encompass not only the themes of books but also formats (such as audiobooks, e-books) and the level of literary complexity. Systematic *satisfaction assessment* and

*readers feedback* is an important stage. Analyzing both positive and negative feedback results helps identify the strengths and weaknesses of the publishing product. Therefore, an important aspect is *two-way readers communication*. Social media, surveys, forums, and other tools can provide the feedback necessary for product adaptation. Audience analysis in publishing activities is a strategic component of success. Regular review of various audience aspects allows publishers not only to meet readers' needs but also to create products that exceed their expectations, which can provide a competitive edge in the publishing services market.

The rapid development of technologies provides publishers with the opportunity to adapt to societal changes. E-books, virtual platforms, and other innovative tools enable effective competition with modern information media. In today's information society, the **use of modern technologies** becomes a strategically important factor for ensuring competitiveness in the publishing industry. The integration of technologies allows publishers not only to compete effectively but also to adapt their activities to changes in consumer demands and technological trends.

One of the key technological transformations is the shift from traditional printed books to *electronic and interactive formats*. E-books, audiobooks, and interactive versions of texts not only provide a new format for consuming literature but also open up opportunities for interactivity, adaptability, and multi-layered interaction. The use of *virtual and augmented reality* expands the possibilities for readers. Virtual tours of novel locations, interactive stories in augmented reality, can create a unique experience for readers.

*Internet technologies* and *social networks* applied is essential for successful marketing and promotion of publishing products. Online sales, social media advertising, and active participation in reader communities extend the influence of the publisher. Integrating *analytical means* and *artificial intelligence* into the publishing infrastructure allows for more efficient analysis of reader preferences, forecasting popularity, and preparing personalized offers for the audience.

*Modern printing technologies*, such as digital printing and 3D printing, not only reduce production costs but also offer the ability to create limited editions, personalized publications, and other innovative approaches. Effective *content management* requires the use of modern content management systems. This enables efficient management of the production, editing, and distribution processes of publications. The application of modern technologies in publishing activities not only allows for flexible maintenance of competitiveness but also opens the way for innovative approaches in the creation and distribution of publishing and printing products. The integration of technologies requires not only technical expertise but also a deep understanding of needs and requirements of the modern reading audience.

Correct marketing strategy is a key element in competing with rivals. The use of various marketing tools, including online advertising, social media, and traditional mass media, can increase awareness of the publisher's products. **Marketing and advertising** in the publishing sector are defined as strategic elements aimed at creating, promoting, and distributing literary products. In the context of the modern competitive market, it is crucial to develop effective strategies to stand out from other publishers and attract the attention of diverse audiences. *Marketing analysis* in publishing involves a detailed study of the book market. This includes analyzing competitors, defining the target audience, and identifying market needs. Market segmentation allows producers to identify different groups of readers and adapt their products to meet their unique requirements. Defining *product strategies* and *positioning* is essential for successful marketing. Publishers must promote the unique features of their books that set them apart from others. Market positioning is determined by the unique perspective perceived by the audience.

*Pricing strategies* are an important aspect of marketing strategy. Publishers must consider the competitiveness of their prices, as well as implement dynamic *discount* and *promotion* strategies to attract buyers. The growing influence of the internet requires *active online marketing*. Advertising in social networks, content marketing, and e-commerce

are effective means of promoting and selling books. Collaboration with bloggers and reviewers can also help expand the audience.

Despite digital trends, *traditional media* remain an important advertising channel for publishers. Advertising in newspapers, on television, and on the radio can ensure wide coverage of various segments of the audience. A systematic analysis of the results of marketing and advertising activities is essential for ensuring cost-effectiveness and *optimizing campaigns*. The use of analytical means allows publishers to identify successful strategies and adjust those that have not yielded positive results. Marketing and advertising in the publishing industry are a comprehensive and integral aspect of success in the market. Modern strategies include both digital and traditional methods to achieve optimal impact on the target audience and ensure stability in the competitive environment.

The introduction of innovations into the publishing process, such as new formats of publications, printing technologies, and other improvements, can help adapt to changes in the industry. In the context of rapid technological and socio-cultural changes, the publishing industry must demonstrate a high level of flexibility and readiness for innovation to successfully adapt to growing challenges and ensure sustainable development. **Flexibility and innovation** are key strategies for overcoming adverse factors in publishing activities.

Flexibility in production allows publishers to quickly respond to changes in demand and avoid market saturation, demonstrating *adaptability to change*. The shift towards various formats of publications, including e-books and audiobooks, allows satisfying the diverse demands of readers. The *alternative forms development* contributes to audience expansion and attracts new readers. Innovations in this direction not only provide new opportunities for creativity but also open the door for deeper interaction with content. The implementation of flexible pricing models, such as *subscriptions* and *content payment* schemes, allows responding to changes in consumer demand. Adapted pricing strategies can help maintain profitability in a competitive market.

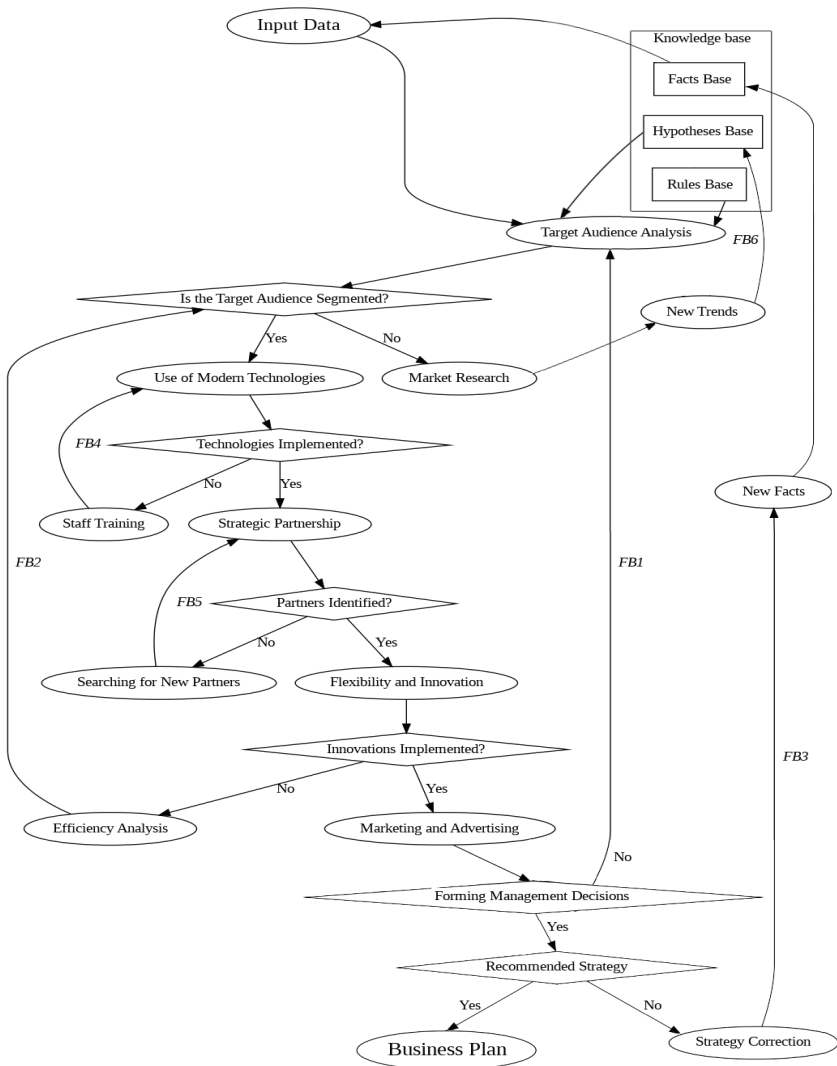


Figure 2. Conceptual model of expert system logic visualization

Source: generated by the author

The use of web analytics to study readers' preferences and develop personalized recommendations helps publishers attract attention and ensure more effective sales. Negotiating *flexible agreements* with technology companies, other publishers, and authors can help *resource pooling* to create and promote innovative products. Creating effective *key metrics bases* allows tracking the results of flexible strategies and innovations, providing the opportunity for quick adjustments and improvements. Flexibility and innovation are critical tools for counteracting unfavorable factors in publishing activities. They not only ensure a high level of adaptability to changes in the industry but also create new opportunities for growth and audience engagement, allowing publishers to stay ahead in a competitive environment.

In the modern market context, it is important to develop strategic partnerships with other entities in the publishing business. This may include cooperation with authors, other publishers, distributors, and other participants in the book creation and sales chain. **Strategic partnerships and collaboration** in modern publishing activities are key components for the development and implementation of effective methods to counteract adverse factors. These strategies foster resource integration, idea exchange, and the creation of innovative solutions to address challenges in the publishing industry.

The first steps in establishing strategic partnerships include *analyzing shared goals* and potential *partners identifying*. Publishers must determine what goals their partners are pursuing and whether there are shared developmental directions. These might include joint support for authors, the development of new book formats, or expanding the audience. Based on shared goals, partners can develop specific *projects* and *initiatives*. These approaches may involve co-publishing books, developing new platforms for e-books, or joint marketing and advertising efforts.

Joint projects and resource exchange create a favorable environment for *strengthening innovative processes* and the *joint technologies integration*. Partners can collectively explore and implement new production approaches and tools, as well as experiment

with new formats and content, leading to competitive advantages. A joint approach to risks and the ability to quickly adapt to changes in the environment are key elements of strategic partnerships. Partners may *jointly assess risks*, develop risk management plans, and *adjust to new market conditions*.

Strategic partnership involves the *exchange of resources* and *expertise* between partners, including the exchange of technological means, access to additional markets, as well as the sharing of knowledge and best practices in the publishing field. Collaborative work between partners contributes to *increased coverage* and *audience interaction*. This can be achieved by organizing joint events, contests, as well as the joint use of advertising campaigns. Strategic partnership and cooperation in the context of research and implementation of effective methods to counter adverse factors in publishing activities become an important strategy. It not only helps unite forces to solve common tasks, but also creates favorable conditions for innovation and sustainable development in the publishing industry.

#### **Design of an expert system for making management decisions.**

Further modeling of the optimal strategy for a publishing-printing enterprise involves formalizing the rules for the targeted application of the defined toolkit (Fig. 1), organized in the corporate knowledge base. Therefore, to derive new facts, explanations, and results when identifying means to counter adverse factors and ensure the effective operation of printing establishments, it is necessary to build a mechanism for interpreting these rules and implementing conclusions using methods of automatic knowledge extraction. This inference mechanism (Fig. 2) forms the basis of the designed expert system for analysis and decision-making to optimize corporate processes and establish connections between adverse factors and optimization means.

As a result, the presented expert system consists of targeted interactive modules, each responsible for a specific aspect of strategic management. The initial module defines the input data, which includes all external parameters such as market conditions, technological capabilities, and the current state of the enterprise. This data is then

sent to the analytical module, which performs a comprehensive analysis of the target audience and market segments. Based on the results of audience segmentation, the system determines whether the implementation of modern technologies is required to improve products or services.

If so, it assesses whether these technologies have already been introduced within the enterprise. This decision directs the data to the strategic partnership module, which analyzes potential strategic partnerships or the need for staff training if the new technologies have not yet been implemented. Consequently, the expert system generates recommendations regarding flexibility and innovation, directing the data to the marketing and advertising module. This module evaluates the effectiveness of advertising campaigns and the impact of innovations on market dynamics. Final recommendations are formed in the recommendation and reporting module, where data from the effectiveness analysis is also taken into account.

**Implementation of the analytical apparatus for fact base updating.** Feedback loops in the system ensure a cyclic process of evaluation and strategy correction. They are implemented to transfer data on results of system's stages functioning back to initial modules, such as input data or strategic partnership, which allows strategies to be adapted according to obtained results and ensures a continuous cycle of management decisions within the enterprise. Feedback loops that integrated at various stages of process enable the system to respond to changes in operational conditions and adjust strategies based on collected data and results analysis.

The feedback loop *FBI* originates from the management decision-making stage and flows back to the target audience analysis stage (*A*). This feedback is negative and local. It is activated under certain conditions (*C*), for example, when new management decisions (*M*) are made. The accumulated new facts (*R*) from the results of previous actions are transformed into new data (*N*) through a simple processing process ( $R \rightarrow N$ ). These new data are then used to update the analysis (*U*) through a more complex processing procedure ( $N \Rightarrow U$ ).



Such an update helps identify the effectiveness of previously applied strategies and, if necessary, modify the analytical approaches (1):

$$FB1 = \{A; C; M; R \rightarrow N; N \Rightarrow U\}. \quad (1)$$

The feedback loop  $FB2$ , which connects the effectiveness analysis stage ( $AE$ ) with audience segmentation ( $SA$ ), is also negative and local (2). It is activated under the condition ( $TC$ ) of identifying deficiencies in the current segmentation. The results of the effectiveness analysis of marketing strategies ( $ER$ ) are transformed into new insights ( $NI$ ) through a processing procedure ( $ER \rightarrow NI$ ). These new insights are used to update the audience segmentation through strategy adjustment ( $NI \Rightarrow SA; CS$ ):

$$FB2 = \{AE; TC; ER \rightarrow NI; NI \Rightarrow SA; CS\}. \quad (2)$$

Feedback loop  $FB3$  is general and positive, indirectly connecting the strategy correction stage ( $SC$ ) with the refined target audience analysis stage ( $TA$ ). This feedback is critically important for long-term planning and strategic rethinking in a dynamic market environment.  $FB3$  is activated when the system detects the need for strategy correction based on a comprehensive analysis of the results from changes in strategic approaches. In this case, the results of the strategy correction ( $CC$ ) become key to further adjustments in the strategic plan. The impact of the strategy correction results on the overall strategy is expressed through accumulated new facts ( $MD$ ), which lead to the formation of new insights ( $FI$ ). As mentioned earlier, the formation of new facts is the foundation for further adaptation and correction of target audience analysis ( $TA$ ). The accumulated new facts influence the accuracy and relevance of the analysis, ensuring its update based on new data and changes in market conditions. As a result of this process, the updated target audience analysis helps improve the overall strategy ( $AS$ ) of the organization. Thus,  $FB3$  implements the integration of strategy correction results with the target audience analysis process, facilitating strategy adaptation according to new data and changing market conditions (3). This supports the high

efficiency of strategic planning and ensures flexibility in responding to both external and internal changes:

$$FB3 = \{SC; CC; MD \rightarrow FI; FI \Rightarrow TA; AS\}. \quad (3)$$

Feedback loop *FB4*, which connects the personnel training stage (*SL*) with the technology analysis stage (*TL*), is local and negative. It is activated when the results of new technology implementation (*IM*) reveal deficiencies in personnel productivity. This feedback converts the implementation results into the need for additional training (*NP*) through the processing of data (*IM*→*NP*). Based on these new data, the approaches to technology implementation are updated (*NP*⇒*UA*), allowing for enhanced technology utilization and improved personnel productivity by adjusting and adapting the implementation methods to increase their effectiveness (4):

$$FB4 = \{SL; TL; IM \rightarrow NP; NP \Rightarrow UA\}. \quad (4)$$

Feedback loop *FB5*, which connects the new partner search stage (*PN*) with the strategic partnership analysis stage (*SP*), is local and negative. It contributes to the assessment of the effectiveness of current partnerships (*PA*) and identifies the need for changes or expansion of the partnership network. The results of the analysis of current partnerships are transformed into a need for changes or expansion (*NZ*) through the processing of data (*PA*→*NZ*). These new needs are used to adapt the cooperation strategy (*NZ*⇒*AP*), allowing the identification of strengths and weaknesses in existing partnerships (5):

$$FB5 = \{PN; SP; PA \rightarrow NZ; NZ \Rightarrow AP\}. \quad (5)$$

The primary focus of the constructed diagram is the “Market Research” vertex, which identifies new trends, shifts in consumer behavior, or emerging market segments that necessitate the adaptation or refinement of the target audience. In such cases, feedback is directed back to the “Hypothesis Base,” enabling the expert system to further review and update the strategy based on the newly gathered data. These hypotheses are used to process the results, preparing the

components of knowledge base for comparison and evaluation of new facts. Through the reverse inference mechanism, the designed expert system analyzes the new facts in context of existing hypotheses, and, if necessary, adjusts these hypotheses or generates new ones.

Feedback loop  $FB6$ , which connects the market research stage ( $MR$ ) with the target audience analysis through the hypothesis base and emerging trends ( $NT$ ), is a general negative feedback mechanism, which constrains certain aspects of the system to achieve stability and accuracy. It allows the integration of the market research results ( $RT$ ) and identified new trends, which are transformed into new insights ( $NTI$ ) via the processing mechanism ( $NT \rightarrow NTI$ ). These new insights are then used to update the target audience analysis ( $NTI \Rightarrow A$ ), enabling the correction of the marketing strategy and its adaptation to current market conditions:

$$FB6 = \{MR; RT; NT \rightarrow NTI; NTI \Rightarrow A\}. \quad (6)$$

On the other hand, if the results of the market research are more closely related to tactics or operational decisions, the feedback loop should be embedded within the inference engine to provide data to other relevant vertices, such as “Use of Modern Technologies” or “Strategic Partnership,” depending on the nature of the information discovered. Considering this, further studies should focus on type analyzing of data that can be obtained as a result of “Market Research” and determining which system vertex should adapt based on this information. This will enable the utilization of data from market research to update and improve the segmentation of target audience, as well as to consider new trends for reassessing the segmentation of target audience.

The update of the fact base for the designed expert system, aimed at modeling the optimal strategy for a publishing-printing enterprise, involves an iterative process of accumulating new facts, formulating hypotheses, and methodically testing these hypotheses through backward inference techniques. When constructing the mathematical model for this updating process, the dynamic nature of the system

is taken into account, with new facts continually being integrated into existing base and proposed hypotheses being considered to generate deductive conclusions. The updating of the current fact base  $F_k$  and hypotheses  $G_k$  at the  $k$ -th iteration is carried out through the application of all defined feedback loops (1–6), which govern the content updating process of the knowledge base components. Each feedback loop  $FBi$ , via the updating function  $f_{FBi}$ , generates new facts that are integrated into the fact base through the rule application function  $f_{ar}$ . This enables updating based on the current fact base and newly collected facts, which are obtained by applying all the feedback loops to refresh the knowledge base. Consequently, the generation of new hypotheses is performed through the function  $f_{gh}$ , which takes the updated fact base and the current set of hypotheses. Thus, new hypotheses are formed based on the integrated facts and updated data at each subsequent iteration according to the embedded rule set  $R$  (7):

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{k+1} = F_k \cup f_{ar}(F_k) \cup \bigcup_{i=1}^6 f_{FBi}(F_k, G_k, R) \\ G_{k+1} = G_k \cup f_{gh}(F_k) \cup f_{ar}(F_k) \cup \bigcup_{i=1}^6 f_{FBi}(F_k, G_k, R) \end{array} \right. \quad (7)$$

The constructed mathematical model (7) is suitable for managing the knowledge base within the designed expert system, describing the processes of updating facts and hypotheses based on new data. The model provides support for the analytical apparatus in the interpretation of the accumulated experience during the update of the corporate knowledge base. In general, the well-founded feedback loops in the expert system facilitate dynamic adaptation and continuous improvement of strategies based on the analysis of received data. These feedback loops play a crucial role in ensuring the effectiveness and relevance of decisions made, contributing to the enhancement of the enterprise's competitiveness in the market.

The use of backward inference, together with the hypothesis base integrated into the corporate knowledge base, allows for

a more comprehensive processing of feedback loops. Instead of merely updating facts, the system is capable of reevaluating existing hypotheses and models, taking into account new data received through feedback loops. This enables the analysis of long-term consequences of decisions and the adjustment of strategies based on changes in the external environment.

Thus, while direct inference may be simpler to implement, the use of a hypothesis base and backward inference mechanism offers significant advantages by enhancing flexibility, adaptability, and decision-making accuracy. These features are critical for optimizing business processes within publishing and printing enterprises. In general, organizing and deploying a printing-oriented small and medium-sized business requires a thoughtful approach and a constant readiness for change. The use of the specified tools and the deployment of the designed expert system not only help counteract unfavorable factors but also ensure sustainable development of the enterprise in the context of the modern market.

**Results and discussion.** The developed analytical apparatus for managing the knowledge base of a printing and publishing enterprise (7) forms the foundation of a modular industrial automation system designed to model the optimal strategy for preparing print orders. Comprehensive automation of technological processes in digital printing production entails the use of integrated solutions that cover all key stages – from prepress preparation of the order to postpress processing. Among industrial platforms of this class, the modular PRINERGY WORKFLOW system allows commercial printing enterprises to implement end-to-end production scenarios with high adaptability and integration [21]. Developed by the Canadian company Creo Products Inc., the PRINERGY system evolved into a robust industrial platform through Creo's collaboration with Heidelberg in the design of CTP solutions and workflow systems. Subsequently, all Creo products, including PRINERGY, were incorporated into Kodak's Graphic Communications Group during the transformation of Eastman Kodak Company from a photochemical giant to a digital

company in the commercial printing segment. Today, the PRINERGY product line fully complies with international standards *JDF*, *JMF*, and *PDF/X*, enabling automated interaction between software and hardware components of the printing infrastructure.

The integration of the modeled optimal strategy into the structured flow of print order execution facilitated the formation of an optimized industrial automation system, built on interconnected software components of the PRINERGY industrial product line. The implementation of a modular organization principle and clear alignment of functional components with the stages of the order lifecycle made it possible not only to reproduce strategic scenarios as digital procedures but also to enable adaptive reconfiguration of the production environment according to the client's requirements, the chosen printing technology, and current load conditions (Figure 3).

The use of intelligent data management means, including rule-based automation mechanisms, integration systems with corporate services, and flexible digital layout processing modules, ensures seamless interaction between the information, production, and management levels, which is critically important for modern publishing and printing enterprises.

The *InSite Prepress Portal* component serves as an interactive environment for client interaction and remote approval of print orders within the PRINERGY software platform. Its primary purpose is to create a secure web interface that facilitates the transfer of input files, online layout verification, version comment exchanges, and the generation of approved order specifications for subsequent entry into the production cycle.

The functional architecture of the *InSite Prepress Portal* is implemented in the form of discrete modules that ensure access rights management, parallel handling of multiple client sessions, and data integrity monitoring. The *Customer Upload Interface* module is responsible for receiving digital layouts from clients, providing the ability to verify file types, log upload times, and link the uploaded materials with the corresponding tasks within the PRINERGY system.

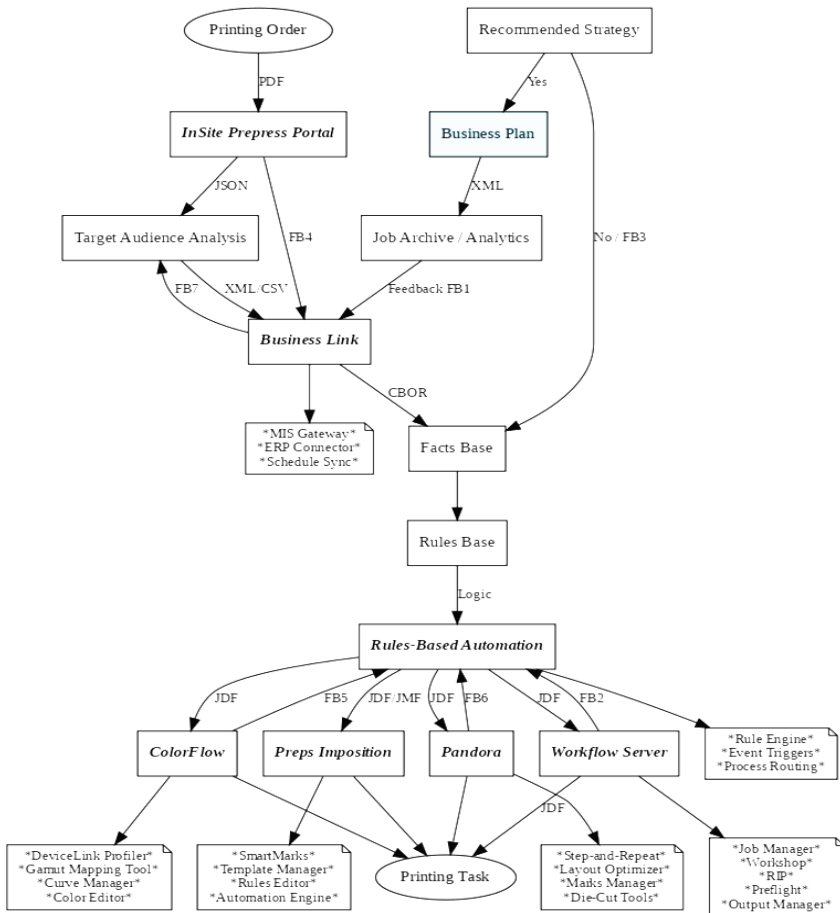


Figure 3. Integration of intelligent technologies into the production contour of automated printing order preparation

Source: generated by the author

The *Online Proofing Tools* suite enables layout viewing directly in a web browser, eliminating the need for local software installation. This toolset supports functionalities such as page flipping, zooming, version comparison, and the marking of problem areas, ensuring

seamless collaboration and efficient revision handling in the prepress phase of production.

The key feature of the component is the *Version Control* module, which enables automated tracking of changes, adding comments to individual layout elements, creating a version approval history, and assigning responsible persons for decision-making regarding the approval of each version. The *Collaboration & Commenting* module organizes collaborative interaction among several participants in the approval process. This module implements a mechanism for parallel access to the layout, with the ability to visually highlight elements, leave text comments, ask questions or clarifications, and facilitate structured discussions about specific page elements. All comments are automatically associated with specific coordinates within the document and are stored in an organized log. For each message, the author, submission time, review status, and – if applicable – the response or further action taken by another user are recorded. The functionality of the module supports both synchronous and asynchronous interaction, allowing its use in real time as well as in distributed approval processes among participants in different time zones. Moreover, it features automatic notifications for new comments, status changes, or the appearance of responses within the discussion. Integration with other modules ensures synchronization of the comments with document versions, editing history, and approval statuses. The *Collaboration & Commenting* module enhances the transparency of interaction, creates a clearly documented history of decisions made, and simplifies the final approval process without the need for external communication channels. Its use significantly reduces the number of iterations between the customer and the production department, increasing the overall efficiency and reproducibility of the approved orders. Access level control, user roles, and the ability to initiate approvals are managed through the *User Role Management* module. This ensures flexible configuration of interactions between the client, order manager, and technologists, as well as the recording of digital signatures for approval with the specified date and time. All activities within the



client portal are logged for further verification or analytical analysis, and approval results are automatically transmitted to the **Workflow Server** to initiate the relevant preparation stages or modify printing parameters. In general, the **InSite Prepress Portal** component serves as a digital gateway between the client and the production system, ensuring transparency in approval processes, reducing the time needed for approval of corrections, and minimizing the likelihood of errors in the preparation of printing materials. Its modular structure allows scalability of functionality depending on the volume of orders, number of clients, or the business model of the printing enterprise. The component integrates with the main **Workflow Server** environment through internal network interfaces or through a secure internet connection, depending on the chosen deployment architecture.

The architecture of the **Workflow Server** as the core of PRINERGY is built upon the service-oriented model, within which functionality is distributed across individual modules that perform interdependent tasks for processing print orders at various stages of the production cycle. An important element of this component is the **Job Manager** module, which is responsible for the creation, storage, structuring, and monitoring of print tasks. Within this module, the functions of assigning unique identifiers, logically grouping orders, and storing metadata related to the client, print specifications, media types, and color profiles are implemented. The module supports real-time tracking of task statuses, recording the chronology of operations, version control of files, and the management of dependencies between individual processing stages. Integration of the **Job Manager** with external systems allows the automatic import of order parameters from ERP or MIS systems.

The user interaction interface is implemented in the **Workshop** module, which provides a visual representation of the task structure, its parameters, document components, and designated actions. This module enables manual or semi-automatic configuration of the processing workflow, including the selection of imposition templates, color transformations, and routing for subsequent output. Through

the *Workshop* module, access is also provided to action logs, status checks, and error message notifications. This ensures transparency of the entire technological sequence, allowing the operator to intervene in exceptional situations and to review the full processing history of each document.

The *Output Manager* module is responsible for coordinating the interaction between the internal RIP environment, digital machine controllers, CTP devices, or other printing means. This module implements mechanisms for selecting the output type (device setup, print format, resolution, raster line screen), managing print queues, previewing output files, and creating service files (such as CIP3/CIP4 files for automation of press machine settings). The module supports equipment profiles and allows configuring independent service channels for parallel management of multiple devices.

The formation of high-precision print images is carried out by the *Raster Image Processor* (RIP) module, which transforms vector information into raster representation adapted to the characteristics of the printing device. The RIP module supports PDF/X, APPE (Adobe PDF Print Engine), PostScript, and other industry formats, ensuring the preservation of color accuracy, transparency, layers, and technological parameters during rendering. With multi-threaded processing and support for streaming optimization, this module is capable of servicing high-performance systems with minimal delays.

Another essential functional role is played by the *Preflight Toolset* module, which performs automated checks of PDF files for compliance with the technical requirements of the print production. This module includes document structure analysis, font presence checks, detection of incorrect color spaces, size mismatches, missing crop marks, or exceeding allowed linear dimensions. Upon identifying errors, the module generates a detailed report and, where appropriate, can automatically correct specific issues or redirect the task for manual intervention. The results of the *Preflight Toolset's* work are crucial for ensuring reproducible product quality and preventing stoppages at subsequent stages of processing.

The *Prinergy Workflow Server* component forms the foundation of the PRINERGY software platform, enabling end-to-end order processing – from file acceptance to its readiness for output. Its modular structure allows the system to be adapted to the scale of production, equipment configuration, and the specific requirements of different types of orders.

The *Preps Imposition* component is designed to automate the processes of creating layout schemes for printed sheets. Its functionality is oriented towards layout creation according to the parameters of the order, the type of product, the format of the printing equipment, and the requirements for post-printing operations. The component supports both interactive configuration of layouts and fully automated generation of sheet imposition schemes based on predefined templates and rules. Automated creation and positioning of service markers necessary for precise registration, cutting, folding, varnishing, and other technological operations are ensured by *SmartMarks*. This module allows the creation of custom marker configurations, binding them to specific pages, fields, or mounting directions, as well as integrating them into imposition templates for future reuse. Advanced settings in *SmartMarks* support the display of variable parameters, such as page numbering, order names, or barcodes.

The *Template Manager* module is responsible for creating, storing, and editing imposition templates, which include sheet sizes, page orientation, crop areas, sheet sectioning, and the use of technical fields. Templates can be organized by product categories (e.g., brochures, postcards, packaging), which accelerates the preparation of printing forms for typical orders. The system supports both manual template configuration by the operator and their automatic generation based on input order parameters obtained from the production management system.

Automated creation of imposition schemes is realized within the *Automation Engine* module, which analyzes the input metadata of the order, such as page format, number of copies, folding method, and color separation requirements. It then automatically selects the

appropriate template, applies service elements, and generates the final sheet structure. The *Automation Engine* supports the use of variable templates customizable for different printing machines, as well as adaptive logic for order grouping to enhance paper usage efficiency.

The *Imposition Rules Editor* module provides the user with the ability to create, edit, and apply imposition formation rules based on logical conditions that consider the characteristics of the order, technical limitations, and optimization requirements. Using this module, the hierarchy of priorities for template selection can be defined, conditions for automatic page rotation can be set, non-standard format merging can be determined, and compatibility with post-printing processing can be controlled. This module allows the creation of rule libraries for different product types or client categories, ensuring flexibility and standardization of the imposition process within a single production environment.

The *Preps Imposition Software* component implements a complete cycle of preparation for printed sheet layouts, taking into account technological requirements and automation capabilities. Its modular structure ensures adaptability to a wide range of products, reduces preparation time, minimizes human error, and enhances result repeatability in high-performance printing environments.

The functional purpose of the *ColorFlow* component for centralized color management is to create, apply, and coordinate color reproduction profiles according to the specific requirements of production, printing processes, and the characteristics of the materials used. *ColorFlow* provides end-to-end color management support at all stages of the processing of a print job – from the digital layout to the final output, ensuring consistency across different devices and printing technologies. It also supports the construction of complex color space matching models.

The creation of links between source and target devices is implemented in the *DeviceLink Profiler* module, which allows the creation of color transformation profiles in the DeviceLink format according to specified printing conditions. The module analyzes input

and output ICC profiles, generates transformation tables, ensures controlled color gamut, and minimizes distortion during the color value conversion process. Additionally, it supports the creation of calibration curves to manage tonal response and compensate for gray balance, taking into account the G7 specification requirements. Advanced algorithms for creating DeviceLink profiles enable enhanced accuracy in reproducing Pantone colors, particularly in branded packaging, and reduce the need for manual adjustments.

The *Gamut Mapping Tool* module provides tools for analyzing and visualizing the correspondence between input and output gamuts. The module allows users to identify potential color clipping areas, assess the degree of hue distortion during conversion, and optimize the rendering process, maintaining a balance between saturation, tone, and contrast. Using the *Gamut Mapping Tool*, it is possible to create color transfer strategies based on the selected policy (such as absolute or relative color rendering) and simulate results on various printing systems.

The creation, editing, and application of calibration curves are carried out in the *Calibration Curve Manager* module. This module enables the creation of curves for tonal alignment on printing devices, taking into account standardized printing conditions. It supports the import of measured values from spectrophotometers, calculation of adjustments for different tonal scale regions, and the construction of individual or group profiles for different devices. Additionally, the *Calibration Curve Manager* allows the automatic linking of curves to media types, profiles, and printing configurations, simplifying the standardization of the output process.

The *Color Relationship Editor* module serves as the central tool for building the structure of relationships between all profiles used in the production environment. Within this module, a hierarchy of relationships between input device profiles, intermediate transformations, and output printing conditions is created. Users can visually define the sequence of color transformations, apply DeviceLink profiles, and create alternative branches to handle non-standard formats or specific customer requirements. Thanks

to its integration with other modules in the component, the *Color Relationship Editor* ensures the consistent application of color transformations without the need for reconfiguration for each individual task. Overall, the **ColorFlow** component implements a multi-level color management system that covers profile creation, device calibration, color transfer optimization, and the administration of color space matching logic within a unified production environment. Its modular structure ensures flexibility, result repeatability, and compliance with color standards for both digital and offset printing.

The **Pandora Software** component within the PRINERGY platform functions as a specialized tool for the automated creation of repeat layouts in the production of labels, packaging, and other types of high-volume printed products. Its purpose is to create layouts with repeating graphic elements while considering the technical requirements for post-press processes, such as die-cutting, varnishing, embossing, folding, etc. The component supports the import of package structures, die-cutting templates, and flexible positioning of graphic objects on the printing sheet, taking into account allowance fields, technological zones, and variable information.

The central module of the component is the *Step-and-Repeat Engine*, which implements algorithms for creating repeat layouts based on an input graphic template. The module allows for both uniform and adaptive filling of the printing sheet by copying individual elements according to predefined distance, orientation, mirroring, and offset parameters. It also supports the generation of repeats that take into account the modification of variable data, which is particularly relevant for personalized labels or packaging with variable markings. The layout structure can be saved as a template for future use or passed to other PRINERGY components in PDF format or via JDF flow. The optimization of element placement on the sheet is carried out by the *Layout Optimizer* module, which analyzes the relationship between graphic element sizes, sheet geometry, and post-press process parameters. The module allows for automatic selection of the most effective sheet fill, minimizing paper waste and reducing the number

of technological passes. The calculation process considers not only physical sizes but also constraints related to fiber direction, adhesive zones, varnishing registers, and other technical factors. A comparison mode is supported to evaluate multiple layout variants and choose the most optimal solution.

The management of layout service elements is handled by the *Marks Manager* module, which provides the creation, editing, and positioning of technical markers, including crop marks, centering marks, color registration marks, control scales, and variable identifiers for visual inspection systems. The module allows for the creation of marker libraries, assigning them to specific templates, adjusting placement and output rules, and integrating markers with order metadata. Extended support for variables allows for the automatic output of order identifiers, print run numbers, versioning, printing dates, and other parameters, facilitating integration with internal quality control and tracking systems.

A distinct functionality direction is represented by the *Die-Cut Handling Tools* module, which provides tools for handling die-cut contours, creating allowance fields, and adjusting layout geometry to account for technological gaps. The module allows the import of contour files in *CF2*, *DXF*, *PDF*, or *DDES* formats, assigns them to the layout, and adjusts positioning accuracy and alignment. Support for multilayer contours is implemented for combined processes such as die-cutting with selective varnishing or embossing. Additional tools enable the visualization of the relationship between cutting lines and graphic elements, reducing the risk of errors when combining printing and post-press processes. Thus, the ***Pandora Software*** component ensures the automated construction of layouts for packaging and label products with a high degree of compliance with the technological process requirements. Its modular structure allows for the adaptation of layout parameters to the specific product, equipment, and printing production standards, contributing to increased productivity and repeatability in the serial production of complex multilayer printed products.

The ***Rules-Based Automation*** (RBA) component implements the concept of adaptive process automation based on user-defined workflows that are triggered by logical conditions in response to events within the digital production environment. Its primary purpose is to minimize manual intervention in task management, increase the reproducibility of production operations, and ensure the system's rapid response to changes in external or internal parameters. Unlike static automation schemes, the RBA component allows for the creation of dynamic behavioral models for the platform, which are based on a hierarchy of conditions, events, actions, and rules for their execution.

At the main of the RBA component is the visual scenario creation interface – *RBA Editor* – where users design processing logic by combining event blocks, filters, actions, and feedback. Events can include task status changes, completion of rendering stages, incoming files, successful or incorrect validations, and external signals from other systems. Based on such events, rules are activated that determine the sequence of actions: for instance, automatically transferring a task to the next stage, selecting an imposition template, assigning a color profile, creating a document copy, sending notifications, or invoking an API request.

The flexibility of logic is achieved through the use of conditional operators, which allow for the implementation of branching scenarios based on parameters such as the input file format, media type, client category, or previous approval status. This enables the creation of adaptive workflows that automatically adjust to task typologies without the need for structure duplication or manual reconfiguration. A distinctive feature of the implementation is the support for nested conditions, logical AND/OR operations, cyclical checks, and mechanisms for preventing conflicts between rules.

The RBA component integrates with other platform components, enabling end-to-end automation – from the moment an order is received to its final approval and output. Furthermore, RBA supports the creation of libraries of standard workflows that can be reused for standardized types of products or specific client groups. The use of



such libraries reduces process setup time and ensures a consistent processing policy across the enterprise. Built-in audit tools allow for tracking the execution history of rules, verifying the logic, and analyzing the effectiveness of automation scenarios. In the event of exceptional situations, mechanisms for priority operator intervention or re-routing processing paths are available.

Through this approach, the RBA component not only performs the role of automating repetitive actions but also functions as an intelligent interpreter of the production system's behavior in a changing environment. Therefore, the **Rules-Based Automation** component provides the ability to manage production scenarios flexibly with a high level of detail and adaptability. Its use contributes to enhanced productivity, reduced error risk, and stable processing quality for print orders across various production environment configurations.

The **Business Link** component in the PRINERGY architecture functions as a gateway between the print production management environment and external information systems within the enterprise, particularly Resource Management Systems (ERP) and Manufacturing Information Systems (MIS). Its primary purpose is to facilitate bi-directional data exchange between the business level and the technological platform, aiming to standardize order specifications, automate the assignment of production parameters, and synchronize feedback on task execution. The logic of the component is based on a model of interaction through standardized exchange formats, primarily Job Definition Format (JDF) and Job Messaging Format (JMF), which ensure compatibility with a broad range of industry solutions.

When receiving print jobs, **Business Link** interprets the order specifications received from MIS or ERP systems, identifies the structural elements of the document, and determines parameters such as the print run, printing method, finishing, materials, and delivery deadlines. The obtained data is automatically imported into the **Workflow Server**, initiating the creation of the corresponding job with predefined attributes. The reverse data exchange occurs through the transmission of production stage statuses, material

consumption volumes, processing times, approval results, and other metrics to the MIS system, which are subject to analytical accounting or commercial processing. Thus, **Business Link** enables the integration of other components of the PRINERGY industrial suite into the enterprise's overall information infrastructure, ensuring the continuity of business processes and the reliability of data required for reporting, cost accounting, capacity planning, or invoicing.

The flexibility of the component is achieved through mechanisms for configuring rules of correspondence between the external system's data structures and PRINERGY's internal modules. The administrator can define field mappings, data filtering, unit conversion, coding, and exception handling logic. Support is provided for configuring multiple exchange channels with different MIS systems, which is particularly relevant for large printing enterprises with complex business logic or in scenarios where there is a gradual transition to new information platforms. Integration of the component with other PRINERGY modules ensures the seamless transmission of data to imposition systems, color management, automation, and client approval, allowing for the standardization of order parameters across all stages of preparation and execution.

Moreover, **Business Link** supports real-time event processing or periodic updates, enabling the adaptation of the exchange frequency to the specific requirements of the enterprise. If necessary, the component can be flexibly configured for interaction via web services or intermediate file structures in *XML* or *CSV* formats. Therefore, Business Link serves as a strategic interface between the business level and the production core of the PRINERGY platform, ensuring the consistency of order parameters, the exchange of critical task execution information, and the adaptation of the digital workflow to the corporate information ecosystem. Its use contributes to enhanced production manageability, reduced processing time for commercial documentation, and a decrease in errors associated with manual data entry into the production system.

The production model of the production contour for the automated preparation of printing orders, for example, built on the basis of the industrial platform PRINERGY (Fig. 3), demonstrates the seamless integration of software components within a continuous digital environment. In this environment, each functional stage of the order lifecycle is represented as a vertex with corresponding informational load. Data flows between the vertices are specified through arcs, marked with industrial formats and protocols, which not only allows tracking the direction of processing but also records the structure and type of information transmitted between the components. In other words, the study implements an original model in which PRINERGY is presented not as a collection of modules with a static configuration, but as a dynamically managed loop that adapts to the parameters of each individual order. This adaptation is achieved through the implementation of strategic reconfiguration logic based on an analytical knowledge base.

The configuration matrix of the optimal strategy, developed by the expert system, is the result of using a successful solutions algorithm adapted according to the proposed methodology. This matrix describes the most efficient sequence of stages and components involved in executing the current printing order. As a result of its creation, the expert system formalizes the optimal strategy for the industrial platform, where the corresponding components perform technological and corporate tasks, managing each stage of the order lifecycle within the current production contour, from data verification to the readiness of the order for printing (Table 1).

The initial point of this contour is the **Printing Order** vertex, which represents the receipt of an incoming request for the production of printed products. The informational load is transmitted in *PDF* format, which, in contemporary printing, serves as a universal standard for storing graphical content along with its associated metadata. The structured *PDF* document is received by the *InSite Prepress Portal* component, which functions as a communication gateway with the client. It is responsible for file reception, data validation, preliminary approval, and visual verification

Table 1

**Configuration Matrix of the Optimal Strategy for Executing  
the Current Printing Order\***

<b>Technological stage</b>  <b>Analytical vertex</b>	<b>InSite Prepress Portal</b>	<b>Workflow Server</b>	<b>Preps Imposition</b>	<b>ColorFlow</b>	<b>Pandora</b>	<b>Rules-Based Automation</b>	<b>Business Link</b>
Printing Order	→ <i>PDF</i>	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Target Audience Analysis	→ <i>JSON</i>	∅	∅	∅	∅	<i>FB7, JSON</i>	↔ <i>FB4, FB7</i>
Facts Base	∅	∅	∅	∅	∅	↔ <i>FB3</i>	→ <i>CBOR</i>
Rules Base	∅	∅	∅	∅	∅	×	∅
Recommended Strategy	∅	∅	∅	∅	∅	→	→
Business Plan	∅	∅	∅	∅	∅	∅	<i>XML</i>
Printing Task	∅	→ <i>JDF, FB2</i>	×	↔ <i>FB5</i>	↔ <i>FB6</i>	→ <i>JDF</i>	∅
Job Archive / Analytics	∅	∅	∅	∅	∅	∅	↔ <i>FBI</i>

\* × – active participation of industrial platform component in function implementation associated with the corresponding analytical vertex.

(→) – data transmission or logical influence exertion without reflection.

(↔) – two-way feedback or adaptation.

FBI – explicitly marked feedback channel involved in the system's reflection.

∅ – no participation in the respective stage.

*Source: calculated by the author*

of content. At this stage, the transformation of the incoming data into *JSON* format is initiated, and the order is subsequently transmitted to the next strategic level – reaching the **Target Audience Analysis** vertex.

Here, the order is classified according to various categories such as the intended use of the product (advertising, publishing, packaging), print run, urgency, processing complexity, presence of post-printing operations, as well as the identification of the customer type and the history of previous inquiries. Based on the results of the analytical assessment, a generalized representation of the task parameters is generated and transmitted to the **Business Link** component in *XML/CSV* format. This component facilitates bidirectional communication with the corporate ERP/MIS infrastructure, where production capacities, material availability, financial parameters, and resource access statuses are confirmed. The results of this interaction are returned in *CBOR* format – a compact binary object that ensures the rapid transfer of structured information for processing in subsequent modules.

The obtained data is transmitted to the **Facts Base** vertex, which serves as the factual foundation for making technological decisions. Here, all significant characteristics of the order are recorded, including size, color model, page count, quality control requirements, execution conditions, and the level of automation. The **Facts Base** vertex is directly connected to the **Rules Base** vertex, which functions as the source of formalized processing scenarios. It is at the intersection of these two vertices – the factual and the normative – that the **Rules-Based Automation** component is activated.

The **Rules-Based Automation** generates the optimal production route based on formal rules, dynamic events, and the context provided by the factual data. The software modules used here ensure the conversion of scenario logic into a sequence of specific actions. The output channels transmit tasks to three parallel components, depending on which part of the production preparation needs to be engaged. The transmission of data to these components is implemented in *JDF/JMF* format, allowing for the structuring of tasks, including information about layouts, color profiles, media types, and output modes.

The **Preps Imposition** component is responsible for the creation of printing press layouts, taking into account the product parameters and

production records. Its functionality ensures the automatic formation of layouts in accordance with technical standards. The **ColorFlow** component manages color, including the calibration of incoming profiles, the creation of DeviceLink connections between the source and the medium, the application of compensation curves, and the implementation of all stages of color reproduction alignment. **Pandora** is designed for the layout of regular repeat orders and the application of die-cutting.

After processing in the aforementioned components, all information is transferred to the **Workflow Server**, which serves as the integration hub. Here, final verification takes place, including the application of the RIP (Raster Image Processor), generation of production files, and preparation for printing. The server also synchronizes production parameters, checks file readiness for output, apply pre-flight rules, and computes the final raster image. The outcome of this stage is the **Printing Task** vertex, which represents the final, technically aligned task for direct printing and subsequent post-press processing.

The subsequent activation of the **Recommended Strategy** vertex (Fig. 2) involves the comparison of the obtained execution scenario with the previously modeled optimal strategy of the enterprise. In the event of correspondence, the results are transformed into a **Business Plan**, which is transmitted in *XML* format to the management services of the enterprise and serves as the basis for the formation of schedules, resource provisioning, and production program planning. If deviations are detected, the **Strategy Correction** vertex is activated, and as a result of the analysis of the new parameters, **New Facts** are generated. These new facts are then transmitted to the **Facts Base** via feedback arc *FB3*. Specifically, in the case of technical failures, the **Workflow Server** sends corrective information to **Rules-Based Automation** through arc *FB2*, **Business Link** receives clarifications from the **Job Archive / Analytics** via arc *FB1*, and **InSite Prepress Portal** retrieves them through arc *FB4* in the case of re-validation (Fig. 3). Furthermore, **ColorFlow** and **Pandora** have reverse feedback channels *FB5* and *FB6*, respectively, which are activated when

deviations occur in color or geometric processing. Finally, *FB7* directs data from **Business Link** to **Target Audience Analysis**, refining the strategic scenarios. The final vertex in the process is the **Job Archive / Analytics**, which accumulates technical, time, economic, and technological parameters of the completed task. These data are not only stored but also serve as the foundation for statistical analysis, scenario optimization, the training of the analytical model, and the improvement of the rule system in **Rules-Based Automation**.

The scientific novelty of the developed methodology for adapting the algorithm of successful solutions lies in the formalization of the continuous logic of the order's progression through the digital infrastructure of the industrial platform, taking into account the transformational transitions between formats on the arcs, the clear assignment of roles to software components at different stages of the order lifecycle, as well as the implementation of a self-learning strategy through feedback loops. For the first time, the platform's components are interpreted as an interconnected multilevel system supporting strategic modeling based on knowledge, which ensures not only technical consistency but also adaptability within the real production environment. This is achieved through a formalized configuration matrix that captures the involvement of each component both at the functional level and in the context of influence logic, scenario planning, and feedback responses. The methodology for determining the correspondence between the vertices at the project-analytical level and the components of the industrial digital platform, considering *exchange formats*, *signal topology*, and *reverse modeling*, opens up possibilities for constructing self-learning models at the local production level, as well as scaling digital architectures within corporate environments characterized by heterogeneous data formats and complex order topologies.

Thus, the practical value of the results presented in this research is manifested in modeled production process's ability to reduce implementation costs through use of open protocols, the possibility of integration with existing enterprise information systems, and flexibility

in processing a wide range of both typical and atypical orders without losing automated control over all critical parameters. In this way, the optimal strategy for publishing and printing enterprise is implemented, combining knowledge, data, rules, and technologies into unified, manageable architecture that not only allows for effective execution of current tasks but is also capable to new challenges adapting through formalized learning and assessment channels. This makes it relevant both for small printing enterprises and for large publishing-printing clusters requiring centralized management of data, productivity, quality, and staff training [22].

The appropriateness of applying the modular automation system PRINERGY in the context of adapting the algorithm of successful solutions for modeling the optimal strategy of a publishing and printing enterprise is determined by both the structural advantages of the platform's architecture and its ability to functionally scale under changing production logic. Unlike monolithic or narrowly specialized software environments, PRINERGY enables the implementation of the adaptive design principle for digital production scenarios by integrating components, each responsible for a complete technological cycle. This approach allows for adaptation to the enterprise's strategic model not by transforming the core production system but by configuring the interaction between components according to specified parameters of efficiency, flexibility, and standardization.

A particularly significant aspect in this context is that the system components cover all key levels of control within the printing process – ranging from customer interaction component, *InSite Prepress Portal*, to the *ColorFlow* color management components, the automated imposition *Preps*, *Pandora*, the processing logic of *Workflow Server*, *Rules-Based Automation*, and exchange of production metrics and corporate data with business level of enterprise via *Business Link*. This multilayered structure enables the formalized representation of strategic planning parameters in the form of a set of scenarios, which can be realized within the PRINERGY environment without losing structural coherence or duplicating functionality.



Furthermore, the modular structure allows for the deployment of alternative digital production configurations, modifying the dependencies between processing stages or the level of automation without losing control over the process. In the context of modeling the optimal strategy for the operation of a publishing-printing enterprise, PRINERGY serves as a tool for the structural formalization of decisions based on empirical regularities, accumulated production experience, and current external constraints. The algorithmization of such decisions within PRINERGY is made possible through the use of the **Rules-Based Automation** mechanisms, which allow for the reproduction of management actions' logic in the form of formalized responses to production events. In turn, the integration with business systems via the **Business Link** component ensures a continuous information connection between the strategic priorities of the enterprise and the tactical execution mechanisms, enabling the use of feedback for adjusting the model's parameters.

Therefore, the example of application of PRINERGY as a technical platform for adapting the algorithm of successful solutions allows for the transition of the strategic modeling process from a heuristic level to a formalized, digitally supported level. This opens up opportunities for the creation of adaptive, scalable, and technologically coherent operational models for printing enterprises, which can be swiftly reproduced in a digital environment without the need for extensive redesign of the entire infrastructure of the enterprise. In this approach, PRINERGY not only functions as a tool for production automation but also serves as a platform for knowledge management and strategic experience, implemented through digital scenarios and interrelated modules for processing the production information flows of the publishing-printing enterprise. The logic of strategic scenario selection optimized by the algorithm of successful solutions is directly tied to the digital architecture for the automated execution of printing orders.

The presented methodology for managing corporate data flows ensures the integration of adaptive mechanisms into the decision-making process when deploying the modular industrial automation

complex, allowing for the optimization of the strategy for preparing printing orders based on dynamic adaptation to changing conditions and the updating of the knowledge base. The designed expert system is implemented on a backward inference model for analyzing and integrating new facts into the knowledge base. The high-level workflow and logical connections between various stages of determining successful solutions contribute to more accurate forecasting and the formation of a relevant assessment of the situation for optimizing the technological stages of preparing a printing order and effectively managing production resources. This, in turn, ensures the ability to quickly respond to changes in market conditions and dynamically adapt to new challenges, while also enabling feedback between strategy and production.

Such a combination of operational routing and strategic feedback control forms a configuration-balanced model, where the technical components of the industrial product line cease to be merely functional units and are integrated into the decision-making architecture. The participation of these components in the feedback loops not only ensures the system's deterministic manageability but also introduces features of coherent behavior in a changing environment.

**Conclusions.** Thus, the automation of selecting the optimal development strategy for publishing and printing activities becomes a key factor in the successful preparation and implementation of commercial productions in the modern dynamic environment. The automation of knowledge extraction methods within the designed expert system assists in organizing and structuring large volumes of data from various sources, allowing for informed decision-making based on this data. The conducted testing within the industrial platform PRINERGY confirmed the practical effectiveness of the developed methodology for adapting the algorithm of successful solutions when modeling the optimal strategy for publishing-printing enterprises.

Future research will focus on integrating machine learning algorithms into the analytical framework, which will enable the rapid processing of various development scenarios and the selection of the

optimal strategy. The implementation of this approach will enhance the adaptability and flexibility of the designed expert system and contribute to its integration with production and corporate management frameworks. Given the universality of the presented methodology, its further development and specialization for implementation in multi-level production and corporate processes, with formalization of accumulated experience as an adaptive digital strategy with self-learning mechanisms, appear promising.

### **List of sources used**

1. Bernabei M., Costantino F. Adaptive automation: Status of research and future challenges. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. 2024. Vol. 88. 102724. DOI: 10.1016/j.rcim.2024.102724.

2. Planke L J., Gardi A., Sabatini R., Kistan T., Ezer N. Online Multimodal Inference of Mental Workload for Cognitive Human Machine Systems. *Computers*. 2021. Vol. 10 (6). 81. DOI: 10.3390/computers10060081.

3. Cassenti V., Veksler D. Using Cognitive Modeling for Adaptive Automation Triggering. *Advances in Human Factors in Simulation and Modeling*. 2018. Vol. 591. P 378–390. DOI: 10.1007/978-3-319-60591-3\_34.

4. Shun Yang Sh., Stempfle T., Thiede S., Lanza G. Approach for the Development of a Sustainability-oriented Implementation Strategy of Smart Automation Technologies. *Procedia CIRP*. 2024. Vol. 122. P. 849–854. DOI: 10.1016/j.procir.2024.01.117

5. Prabhu P., Raj S., Chowdhury A. R. Interlinking Industry 4.0 and Academia through Robotics and Automation: An Indian Perspective. *Smart Manufacturing – When Artificial Intelligence Meets the Internet of Things*. IntechOpen Limited, London, UK, 2020. DOI: 10.5772/intechopen.90084

6. Fogaça D. R., Grijalvo M., Oliveros I. A., Sacomano N. M. L. Institutionalization and framing of Industry 4.0: a framework for understanding stakeholders and comparing countries. *The Bottom Line*. 2024. Vol. 37 (2). P. 137–157. DOI: 10.1108/BL-01-2023-0026.

7. Schilling T., Müller R., Ellwart T., Antoni C. H. Context-dependent preferences for a decision support system's level of automation. *Computers in Human Behavior Reports*. 2024. Vol. 13. 100350. DOI: 10.1016/j.chbr.2023.100350.
8. Xue C., Hu M., Huang X., Li Ch-G. Automated search space and search strategy selection for AutoML. *Pattern Recognition*. 2022. Vol. 124. 108474. DOI: 10.1016/j.patcog.2021.108474.
9. Bo V., Bortolini M., Malaguti E., Monaci M., Mora C. Paronuzzi P. Models and algorithms for integrated production and distribution problems. *Computers & Industrial Engineering*. 2021. Vol. 154. 10700. DOI: 10.1016/j.cie.2020.107003.
10. Guo Z., Wei L., Zhang J., Hu Z., Sun H., Che H. Multi-level guided evolution algorithm for solving fuzzy flexible job shop problem. *Applied Soft Computing*. 2024. Vol. 163. 111932. DOI: 10.1016/j.asoc.2024.111932.
11. Álvarez-Miranda E., Pereira J., Vilà M. A branch, bound and remember algorithm for maximizing the production rate in the simple assembly line balancing problem. *Computers & Operations Research*. 2024. Vol. 166. 106597. DOI: 10.1016/j.cor.2024.106597.
12. Fateme Attar S., Mohammadi M., Reza Pasandideh S. H., Naderi B. Formulation and exact algorithms for electric vehicle production routing problem. *Expert Systems with Applications*. 2022. Vol. 204. 117292. DOI: 10.1016/j.eswa.2022.117292.
13. Neroda. T. Extension of the self-governing digital container to industrial automation applications standardization. *Computer technologies of printing*. 2023. Vol. 2 (50). P. 278–290. DOI: 10.32403/2411-9210-2023-2-50-278-290.
14. Tatasciore M., Bowden V., Loft Sh. Do concurrent task demands impact the benefit of automation transparency? *Applied Ergonomics*. 2023. Vol. 110. 104022. DOI: 10.1016/j.apergo.2023.104022.
15. Zangari A., Marcuzzo M., Schiavinato M., Gasparetto A., Albarelli A. Ticket automation: An insight into current research with applications to multi-level classification scenarios. *Expert Systems with Applications*. 2023. Vol. 225. 119984. DOI: 10.1016/j.eswa.2023.119984.

16. Pinto A. R. F., Nagano M. S., Boz E. A classification approach to order picking systems and policies: Integrating automation and optimization for future research. *Results in Control and Optimization*. 2023. Vol. 12. 100281. DOI: 10.1016/j.rico.2023.100281.

17. Wang Sh., Wu J., Yuan Z., Gao A., Chen W. T. Makespan minimization for workflows with multiple privacy levels. *Future Generation Computer Systems*. 2024. Vol. 159. P. 39–50. DOI: 10.1016/j.future.2024.05.002.

18. Chen Sh., Pan Q.-K., Gao L. Production scheduling for blocking flowshop in distributed environment using effective heuristics and iterated greedy algorithm. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. 2021. Vol. 71. 102155. DOI: 10.1016/j.rcim.2021.102155.

19. Jun Yao J., Nie Y., Zhao Z., Xue X., Zhang K., Yao Ch., Zhang L., Wang L., Yang Y. Self-adaptive multifactorial evolutionary algorithm for multitasking production optimization. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 2021. Vol. 205. 108900. DOI: 10.1016/j.petrol.2021.108900.

20. Neuhauser Ph., Cihal R., Wagner S., Flößholzer H. Efficient Rollout of a Dynamic Optimization Algorithm. *Procedia Computer Science*. 2024. Vol. 232. P. 77–86. DOI: 10.1016/j.procs.2024.01.008.

21. Neroda T. Components description of the Kodak Prinergy Workflow modular automation system for end-to-end print order processing. *Print, Multimedia & Web*. 2025. Vol. 1 (10).

22. Computer program “Transient processes visualization (“nnBI3Y”)”. Ukraine, assignee. Patent 125272. 02.04.2024.

**SHPATAKOVA Oksana,**

Candidate of Economic Sciences,

Associate Professor,

Department of Economics and International Economic Relations,

Pryazovskyi State Technical University,

Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5444-0237>

**SHPATAKOVA Ganna,**

Real Estate Associate Director, Corees Polska, Warsaw

### **3.5. CORPORATE STRATEGY FORMATION IN THE CONTEXT OF INDUSTRY 5.0: THE UKRAINIAN WARTIME EXPERIENCE**

**Introduction.** Corporate policy in enterprises is a set of directions, rules, and managerial approaches approved at the level of owners (shareholders) and top management. It is based both on the interests of stakeholders and on legal frameworks, national development concepts, and global development trends. To maintain competitiveness and operational efficiency, modern enterprises-including those integrated into international markets – develop their corporate policies in line with national and international legislation across key management areas, while also taking into account socio-economic dynamics.

Digitalization and the associated Fourth Industrial Revolution were among such global trends. At present, the emerging Fifth Industrial Revolution is gradually replacing the Fourth. This new concept aims to integrate technological advancements with human intelligence to ensure balanced and sustainable development. The need for this transition is recognized at the corporate level, where companies undertake strategic commitments to implement principles across social, economic, technological, and environmental domains. The adaptation of corporate policy – based on defining and fulfilling these strategic obligations – has become a critical element of effective management and economic development, particularly under wartime conditions in Ukraine.

This study is aimed at systematizing the directions for adapting the process of corporate policy formation in enterprises to the principles of the Fifth Industrial Revolution within the context of martial law in Ukraine. To achieve this, the following research priorities were defined:

- to assess the key characteristics of the Fifth Industrial Revolution concept;
- to identify the main directions of corporate commitments undertaken in alignment with this concept;
- to analyze the feasibility of adapting such commitments to Ukrainian realities.

**Presentation of the main research findings.** Identifying the core characteristics of the Fifth Industrial Revolution concept makes it possible to determine the specific features to which companies adhere when establishing and implementing their strategic commitments.

Industrial revolutions are processes of rapid transformation driven by innovation. An analysis of scholarly sources (M. Simmler and R. Frischknecht [25], H. Xu et al. [28], S. Noble et al. [23], M. Gobakhlu et al. [10], M. Musarat et al. [21]) indicates that the First Industrial Revolution began in the mid-1700s with the invention of the steam engine and its transformative effect on manufacturing, enabling the emergence of mechanized production and factories. The Second Industrial Revolution harnessed the power of electricity in the late 1800s, which led to mass production and the rapid movement of people, goods, and ideas. In the mid-1900s, the Third Industrial Revolution marked the onset of the digital era with the development of mainframe computers, personal computers, and the Internet. This phase connected consumers worldwide and enabled vast volumes of data to be stored and disseminated.

The Fourth Industrial Revolution, which emerged in the 21st century, is characterized by digitalization – including the development of artificial intelligence tools – that influence automation in industry, human activity, and everyday life. It has led to the growth of information flows and the creation of various digital services that accelerate the development of the digital economy [25].

The speed and scale of these informational innovations distinguish the Third Industrial Revolution from the Fourth. For example, it took several decades for computers to become widespread in households across most Western societies during the Third Industrial Revolution. In contrast, during the Fourth Industrial Revolution, it took only about a month for millions of users worldwide to become captivated by the gaming application Pokémon Go in 2016. This rapid adoption was driven by the improvement and increased capacity of digital technologies.

During the Fourth Industrial Revolution, technological innovations – including smart factories, machine learning, neural networks, computer vision, the Internet of Things (IoT), 3D printing, bitcoin, and gene editing – have continued to expand across various sectors of the economy and infrastructure [14].

Advancements in technological development, including improvements in internet speed and quality, have attracted the attention of enterprises across different sectors. These businesses have adopted numerous technologies to facilitate diverse actions and processes. Research studies [6; 7; 11] have shown how technologies characterized by social presence and user convenience – such as smart shelves, augmented and virtual reality, avatars, and smart windows – are radically transforming retail experiences in supermarket chains and enhancing customer engagement.

Efforts within the era of the Fourth Industrial Revolution have largely been directed toward leveraging the power of technology to improve customer experience, maximize corporate profits, and gradually replace human labor with advanced technological solutions.

The emergence of the Fifth Industrial Revolution is rooted in a growing societal and economic recognition that the expanding automation and robotization of labor – along with the rise of artificial intelligence tools – pose serious risks to the labor market. These include increasing unemployment and the transfer of large-scale tasks from human workers to machines, which creates disruptive challenges for both businesses and social systems.



An analysis of scientific literature [14; 21; 28] made it possible to establish that the Fifth Industrial Revolution differs from the Fourth in its focus on synergistic collaboration rather than competition (and potential replacement). In the framework of the Fourth Industrial Revolution, the goal was to increase the scale and intensity of deploying innovative technologies in manufacturing, services, and retail – resulting in a situation where humans and robots competed for jobs, and technology use was maximized at the expense of human labor.

In contrast, the Fifth Industrial Revolution shifts the focus toward identifying and leveraging the respective strengths of both people and technologies, encouraging cooperation rather than replacement. The core of this concept lies in the idea that humans should work closely with technology, utilizing each other's strengths and compensating for individual weaknesses. By working together and enhancing one another's capabilities – instead of competing – humans and machines can achieve synergistic and harmonious outcomes for all stakeholders.

A second major distinction between the Fourth and Fifth Industrial Revolutions is the end goal of integration. In the Fourth Revolution, technological advancement was primarily geared toward profit. In the Fifth Revolution, the integration of human and technological potential aims to promote the well-being of multiple societal stakeholders. Therefore, this new model brings forward two central pillars that are likely to shape corporate policy:

1. Unprecedented collaboration between humans and machines, and
2. Greater emphasis on social welfare.

Another critical direction for business activity under this new paradigm is the orientation toward green transformation. This involves recognizing environmental sustainability as a core element of life quality and workforce well-being – an area where technologies, including intelligent systems, can not only support but also enhance ecological performance in an economically beneficial manner.

The review of academic literature has enabled the formulation of the key characteristics and differences between the Fourth and Fifth Industrial Revolutions (see Table 1).

Table 1

**Characteristics and differences between the fourth and fifth industrial revolutions**

<b>Direction / Strategy of the industrial revolution concept</b>	<b>Characteristics / Differences:</b>	
	<b>Fourth industrial revolution</b>	<b>Fifth industrial revolution</b>
The industrial revolution concept's focus on societal well-being		
Limits of trust in digitalization (including artificial intelligence)	Comprehensive trust in and reliance on technology	Humane use of technology
Environmental component	The absence of a priority focus on environmentalization and digital transition. Priority – fostering technological progress. Focus on profit growth	Focus on the well-being of labor resources, ecosystems, and the planet. The priority is the use of renewable and environmentally clean resources. Focus on profit growth derived from activities that prioritize sustainable development
The focus of the industrial revolution concept on people and technologies		
Maximization strategy	Maximum increase in the quantity and scope of technologies and their interconnection	Maximal use of the strengths of both technologies and people by understanding where each excels
Competition and cooperation at the level of people and technologies	People compete with technologies (including artificial intelligence technologies) for jobs	People and technologies cooperate

*Source: developed by the authors*

The characteristics and differences between the two types of industrial revolution concepts presented indicate that the Fifth Industrial Revolution is associated with phenomena such as human-centricism (a priority focus on human resources) and the humanization of technologies.

Guided by the identified characteristics, we will formulate the features of the emergence of the Fifth Industrial Revolution in the context of its development as part of the transformational transition from the Fourth Industrial Revolution.

The concept of the Fourth Industrial Revolution involves the integration of intelligent machines and systems and the modification of production processes to improve manufacturing efficiency.

The Fourth Industrial Revolution concept is a set of sustainable technologies, new ways of working, and roles of human resources in various sectors of the economy [17]. Changes occurring in Industry 4.0 encompass a wide range of innovations at the level of factories and plants across different industries and services, as well as the functioning of entire societies. The Fourth Industrial Revolution concept is essentially a trend towards automation and data exchange in manufacturing technologies and processes, which include cyber-physical systems (CPS), the Internet of Things (IoT), cloud computing, cognitive computing, and artificial intelligence [15].

We can state that most scientists and analysts define the concept of the Fourth Industrial Revolution in terms of technological changes that should be implemented in manufacturing companies. However, this industrial revolution, its trends, and consequences are noticeable in all macro- and micro-level spheres of the market.

As rightly noted by S. Saniuk and co-authors [24], technological changes associated with this process, which have gained strategic significance in the thinking and actions of many market participants, penetrating all links in the value chain and methods of their interconnection, have changed the sphere of competition and the way consumer needs are met.

From the perspective of sustainable development, the concept of the Fourth Industrial Revolution can be defined as a step towards more sustainable industrial value creation, asserting that industrial value creation should be focused on sustainability indicators. Within the framework of the Fourth Industrial Revolution, much attention is paid to aspects of sustainable development such as consumers, business models, and the digital economy. By providing detailed information about each production point, processes, resources, and energy consumption, optimization can be achieved in the value network. The new technological solutions promoted by the Fourth Industrial Revolution increased production efficiency and the environmental friendliness of products throughout their life cycle. This also implies an increase in demand for smart products and smart manufacturing technologies. However, within the Fourth Industrial Revolution, the focus on environmentalization did not always have the same high priority as economic and technological growth.

The rapid growth of technology implementation during the Fourth Industrial Revolution and the orientation of enterprises towards the dehumanization of production systems began to raise many concerns among workers, society, and even governments. In the context of the Fourth Industrial Revolution, the working environment is defined by integrated, advanced, and sustainable manufacturing technologies equipped with sensors that monitor machine operation, and communication systems that allow reporting data and advanced modeling. The role of human resources in such an organization was rarely mentioned. This led to the emergence of the need to pay attention to the decisive role of humans in forecasting the future of industrial development. To avoid social conflicts in public, scientific, and industry discourse, calls for a revision of the Fourth Industrial Revolution concept began to emerge, sparking a discussion on the concept of the Fifth Industrial Revolution. This concept involves the return of the human factor to industry, i.e., increasing collaboration between humans and intelligent production systems, combining the

speed and accuracy offered by technologies with cognitive skills and critical thinking of humans [16].

The course towards the humanization of the digital economy as the foundation of the Fifth Industrial Revolution began to gain recognition at the level of international and supranational organizations from 2020.

The concept of the Fifth Industrial Revolution focuses on the interaction between humans and machines. At the current stage, human resources work alongside machines and are connected to smart factories through intelligent devices. The world of technologies, mass customization, and advanced manufacturing is undergoing rapid changes. Robots are becoming even more important, as they can now be integrated with artificial intelligence tools to achieve greater progress in task execution. Within the framework of the Fifth Industrial Revolution, more advanced human-machine interfaces for robotic equipment based on artificial intelligence algorithms are being created. This means better integration, enabling faster and better automation in combination with human participation, who remains the operator of equipment and technologies [5]. It also means that robots will not take control of manufacturing enterprises in the near future, as was feared during the Fourth Industrial Revolution. The transition from the Fourth Industrial Revolution to the Fifth Industrial Revolution signifies the combination of the best of both the human and machine worlds, likely leading to increased productivity.

During the integration process at the human-machine model level in the Fifth Industrial Revolution era, a trend towards promoting talent development is observed. At the current stage, typical functions of human resource management are being transferred to the execution of information management systems based on artificial intelligence tools, while human resources departments in corporations focus on attracting and retaining talent that contributes to enhancing the efficiency and innovativeness of development. In this case, the interaction between personnel and artificial intelligence tools allows companies to become more competitive through better talent management policies.

The Fifth Industrial Revolution brings unprecedented challenges to the interaction between humans and machines, as it brings the latter closer to the everyday life of each individual. It is expected that the development of the Fifth Industrial Revolution will create many jobs in the field of supporting automated information systems, managing services based on the use of artificial intelligence tools (including robotics, programming, maintenance, training, planning, retraining, and managing new types of worker robots that have a better understanding of human intelligence and thus interact more effectively with people) [7].

Digitalization in the era of the Fifth Industrial Revolution must be comprehensive for organizing processes within companies and supply chains. The concept of the Fifth Industrial Revolution emerged from the megatrend of the Fourth Industrial Revolution concept. The new paradigm of the Fifth Industrial Revolution concept is the penetration of artificial intelligence into the everyday life of people.

In the scientific community [8], terms such as «Industry 5.0» and «Society 5.0» have been introduced, which are components of the Fifth Industrial Revolution concept. A particular important role of the social component within the concept of the Fifth Industrial Revolution is explained by the fact that, unlike the Fourth Industrial Revolution concept, the Fifth Industrial Revolution is not limited to the manufacturing sector but addresses social issues by integrating physical and virtual spaces. “Society 5.0” is a society in which advanced technologies are actively used in people’s lives, in industry, healthcare, and other fields, not for progress, but for the benefit and convenience of every individual.

Features of adapting the formation of corporate policy for enterprises to the concept of the Fifth Industrial Revolution in Ukraine under martial law.

Research into the specifics of the Fifth Industrial Revolution concept highlights the need for assessing their implementation in the context of shaping corporate policy for enterprises. Specifically, we will define the extent to which such a phenomenon as

human-centeredness, which involves collaboration between human resources and digital technologies (including artificial intelligence tools), ensuring well-being, the ecological component (green transformation), and economic sustainability, influenced by the balance and synergy of interactions within the human-technology model, is being realized.

There are various approaches to defining the directions for forming corporate policy for enterprises in the context of the Fifth Industrial Revolution, and their content is important given that this issue is still being developed at both the theoretical-methodological and practical levels. Many approaches aim at forming the main management areas within the company while adhering to the human-centered approach, ecological transformation, and human-machine interaction. Overall, this involves a comprehensive approach. However, despite the fact that authors adopt a comprehensive approach, they do not define the composition and rationale of the components for forming corporate policy for enterprises in the context of the Fifth Industrial Revolution from these positions. Instead, they predominantly highlight the need for a comprehensive orientation.

Given this, in our view, it is relevant to systematize and characterize such components (directions). Defining them will allow us to choose those that may be most optimal for adaptation in Ukraine under martial law.

We have systematized the approaches of scholars [18; 20; 11; 22; 27], who propose using a comprehensive approach to determine the directions for adapting the formation of corporate policy for enterprises to the concept of the Fifth Industrial Revolution in Ukraine under martial law.

The first important direction for shaping corporate policy for enterprises in relation to the concept of the Fifth Industrial Revolution is digital readiness or competence in digital transformation.

As noted by J. Müller [20], the Fifth Industrial Revolution is a techno-political phenomenon that requires members of the value network to implement new technological innovations and become

an integrated part of a hyperconnected value network. Therefore, enterprises must have the necessary competence to implement and integrate the technological components of the Fifth Industrial Revolution, such as blockchain, adaptive robotics, or digital twins, etc. Companies must be competent in developing the principles of functional design for Industry 5.0, such as real-time capabilities, vertical or horizontal integration, and decentralization. According to Y. Lu and co-authors [18], digital transformation competence includes various aspects of digitalization competence, including knowledge of technologies and readiness of personnel for technological changes, as well as technical and strategic management. Competence in knowledge refers to the availability of digitalization specialists and their experience in various disciplines of information and operational technologies, such as user interface design, process automation, software development, data science, robotics, and network architecture [11]. The aspect of technical competence involves readiness for internal system integration, standardization of production to global standards, infrastructure integration, and readiness to support cybersecurity [20]. Competence in strategic management involves the necessary competencies for companies to develop a roadmap for Industry 5.0 transformation, manage fundamental technological transformations, and develop risk management capabilities for digitalization.

The level of digitalization of enterprises depends on the level of digital (including intelligent) technologies they use (either developed in-house and/or purchased). Analysis of statistical data allowed us to determine the state of technology acquisition and development (including technology transfer) by enterprises in Ukraine in 2021 and 2023. This time frame is due to the fact that there is no data for 2024 as of now. However, the information for 2023, compared with data from 2021 (a period when there was no full-scale war between Russia and Ukraine), will help assess the management of this process during the challenging period of business environment development.



Figure 1 shows the dynamics of the number of developed (used and transferred) technologies and the number of acquired technologies (including digital technologies) by enterprises in Ukraine in 2021 and 2023.

The assessment of the presented results (Figure 1) shows that despite the wartime conditions, there has been an increase in the development of technologies (including digital ones) in Ukraine. In 2023, this indicator grew by 207 %, which indicates an increase in the technological potential of enterprises. This growth is largely driven by ICT enterprises that are creating new technologies and products in the field of unmanned aerial vehicle (UAV) production and other related sectors. This is due to the demands of the time.

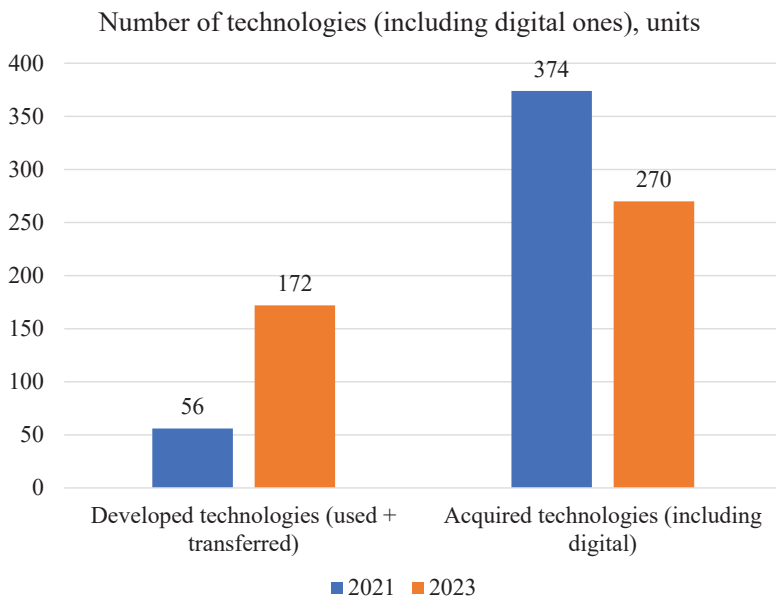


Figure 1. Dynamics of the number of developed (used and transferred) technologies and the number of acquired technologies (including digital ones) by Ukrainian enterprises in 2021 and 2023

*Source: compiled based on materials [3]*

Despite the fact that in 2023, compared to 2021, the volume of acquired technologies (including digital ones) decreased, it remained at a high level. It should be noted that although enterprises started acquiring fewer foreign technologies, this was compensated by increased domestic production.

It is important to mention that in 2021, enterprises in Ukraine's manufacturing sector accounted for 68.1 % of all acquired technologies, while in 2023 this share increased to 77.8 % [3]. Consequently, we observe a growth in the digital readiness of enterprises in this sector. At the same time, enterprises from other sectors view the development of digital transformation competencies as a promising direction.

We propose the introduction of digital services into the activities of domestic enterprises in limited operational areas, which could initially be implemented as pilot projects. The obtained results could demonstrate the effectiveness of digitalization (including digital transformation) and be used as justification in business plans when applying for bank loans.

Among such services could be digital motion sensors designed to support staff in monitoring specific production areas and improving product quality. The acquisition of such digital sensors for a limited number of production sites could be carried out independently. The transmission of information from the sensors could be processed by production area operators, enhancing process regulation and contributing to an increase in product added value through improved quality indicators.

An important component requiring further development within the framework of building companies' digital readiness – as part of adapting corporate policy formation to the concept of the Fifth Industrial Revolution in Ukraine under martial law – is the level of digital skills among the country's labor force. According to analytical data [4], this indicator showed improvement throughout 2019–2023 (see Fig. 2).

According to the research results (Fig. 2), the level of digital literacy (at an average and above average level) among Ukraine's labor

force increased from 47 % in 2019 to 59.6 % in 2023. This statistic refers to the adult population.

Moreover, teenagers who will transition into the youth (adult) category in 2024–2025 are expected to further improve these results, as they possess a high level of digital knowledge and a strong ability to respond quickly to technological changes.

Thus, we can conclude that the development of the digital readiness component (or digital transformation competence) in the formation of corporate policies aligned with the concept of the Fifth Industrial Revolution is at a sufficiently high level in Ukraine, despite the challenges posed by martial law.

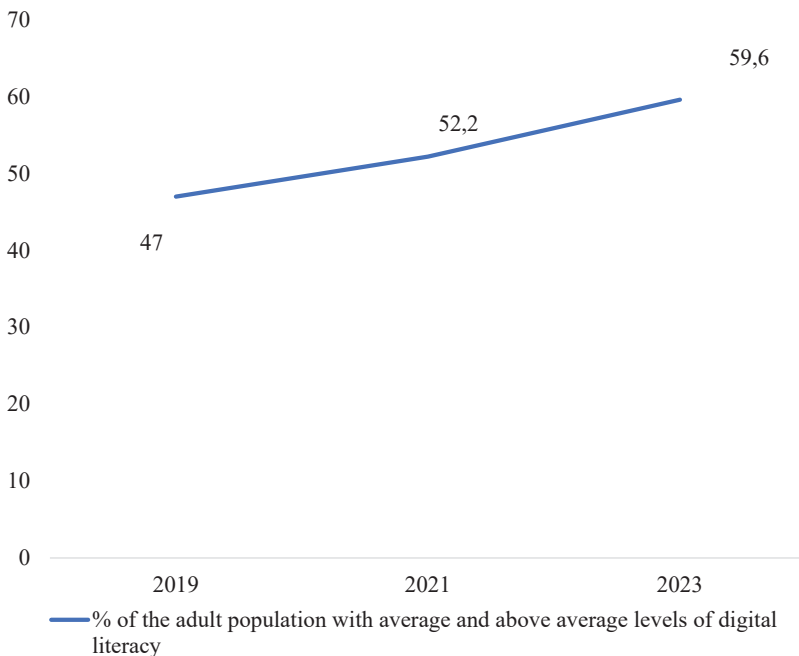


Figure 2. Dynamics of Digital Literacy (Average and Above Average Levels) of Ukraine's Workforce in 2019–2023

*Source: compiled based on data [4]*

The second relevant direction in the formation of corporate policy of enterprises towards the concept of the Fifth Industrial Revolution is ecoinnovation.

Ecoinnovation, as an important factor in Industry 5.0, involves new approaches that contribute to achieving the goals of sustainable development [27]. Environmental and social innovations are two components of eco-innovation. Environmental innovations refer to the implementation of new solutions and changes that enable business products, processes, and services to contribute to a more environmentally sustainable economy [10]. Social innovations involve improving societal well-being and addressing social needs in a timely manner by developing and implementing innovative solutions that drive necessary changes in products, processes, business models, and collaborations.

The stimulating role of eco-innovation is to enable stakeholders in the context of Industry 5.0 to find a balance between economic productivity and socio-environmental sustainability [22].

Ecoinnovation can support companies in achieving economic resilience in alignment with Industry 5.0 by allowing enterprises to identify new growth opportunities, enhance brand image, reduce operational costs, and respond proactively to market dynamics [6]. Moreover, eco-innovation contributes to reducing the environmental impact of production and consumption methods during the creation of value chains and promotes the circular economy [7]. Additionally, the stimulating role of eco-innovation in the context of Industry 5.0 social values involves the intellectualization of the work environment, improving job satisfaction, enhancing customer satisfaction, and creating business models that promote inclusivity across the value creation chain [26].

If we analyze the adaptability of implementing eco-innovations within the formation of corporate policy of enterprises toward the concept of the Fifth Industrial Revolution in Ukraine under martial law, it can be noted that enterprises are applying a range of technological solutions both in the field of green transformation and in the social sphere.

The dynamics of eco-innovation development are closely linked to the financial, technological, and organizational capabilities of Ukrainian enterprises.

It is well known that the growth of greenhouse gas emissions and pollutants produced by enterprises is associated with the use of electricity generated from fossil energy resources, outdated equipment and machinery, and facilities lacking modern digital emission capture technologies.

At the current stage, not all enterprises emitting such pollutants are capable of switching to autonomous green energy generation in Ukraine. This is due to financial, technical, organizational, human resources, and technological limitations. Nevertheless, there remains an urgent need to install emission capture systems at production facilities.

This should be considered during the formation or adjustment of corporate policies toward the concept of the Fifth Industrial Revolution.

In particular, a strategic course towards green transformation can be set by integrating digital (including intelligent) technologies that are adapted to the aforementioned emission capture equipment. Typically, such capture devices are connected to information management systems through which enterprise operators manage emissions of this type.

Undoubtedly, the implementation of such measures involves financial costs; however, if an enterprise implementing these systems is integrated into foreign markets and informs international consumers about these environmental initiatives, it may experience increased demand as a recognition of its contribution to ecosystem preservation. Although this initiative may exhibit elements of marketing by the enterprise, its implementation will positively contribute to the advancement of the Fifth Industrial Revolution concept, particularly in terms of ecosystem protection and creating safer living conditions for citizens.

The fact that Ukrainian enterprises need to take into account the specified environmental measure (installation of greenhouse gas and pollutant emission traps on production facilities) when forming corporate policy in the area of the fifth industrial revolution concept is confirmed by the growth of actual volumes of the latter.

Figure 3 shows the volumes of emissions of this category, which were carried out by Ukrainian enterprises in 2023 compared to 2022 at the level of the main regions.

According to the research results (Fig. 3), analytical materials [1], in 2023 compared to 2022, enterprises in the regions of Ukraine demonstrated an increase in greenhouse gas and pollutant emissions by 102.9 %.

At the same time, certain regions, particularly Kyiv city, Kharkiv region, Rivne region, and Cherkasy region, stood out with significantly higher volumes of emissions of this category. This negatively impacts the ecosystem and necessitates the implementation of measures aimed at reducing the harmful effects on the ecosystem and citizens' lives.

The need for social innovations at Ukrainian enterprises can be reflected in the formation of corporate policies as a foundation for achieving the goals of ensuring population welfare and facilitating interaction between human resources and technology. In this context, new approaches to human resource management could be developed, focusing on the human-centered component of the Fifth Industrial Revolution concept. To select directions for social innovation, as well as to develop and implement them, enterprises may engage companies providing services in this field or establish a partnership forum at the level of company-management-employees. Within such a forum, directions for social innovation can be formulated. Through the implementation of partnership discussions, it would also be possible to create dedicated teams demonstrating proactive behavior and career growth ambitions. An important aspect of the forum's functioning is the need to support employees who are temporarily not working due to serving in the Armed Forces of Ukraine (during wartime and, if necessary, during the post-war recovery period). Such initiatives would not only demonstrate the company's commitment to supporting the Armed Forces of Ukraine but also introduce an individualized approach encouraging these employees (military personnel) to return and continue working at their original company. This measure represents a promising way to maintain human resource potential during the wartime and post-war recovery of Ukraine.

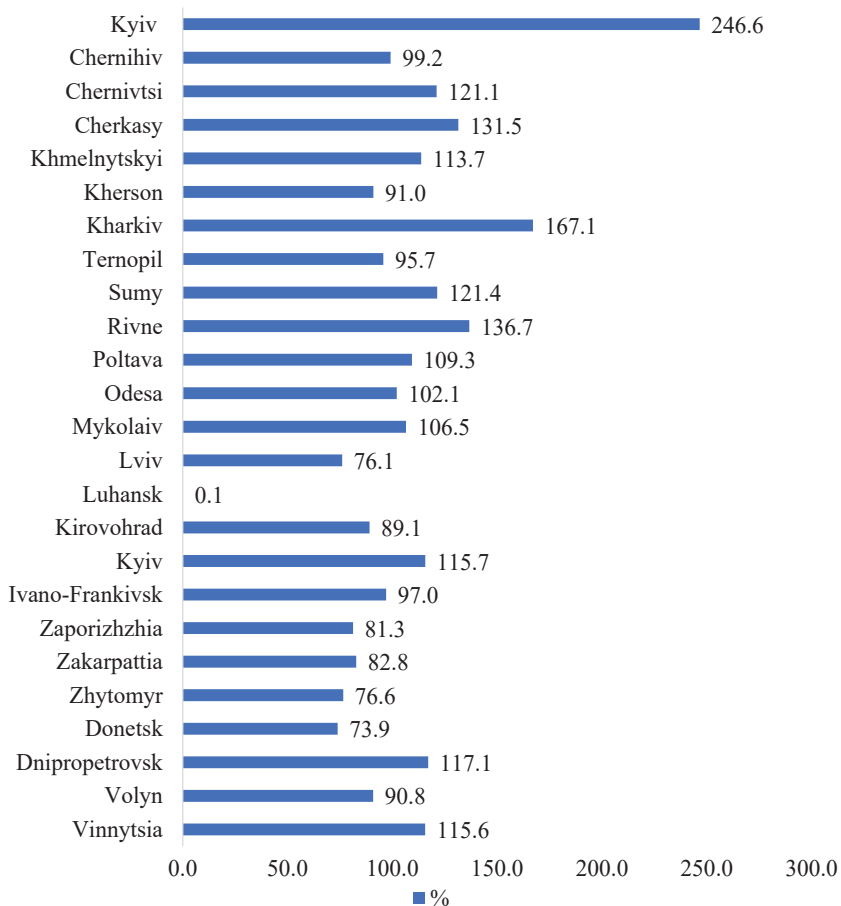


Figure 3. Dynamics of the Growth (Reduction) Rate of Greenhouse Gas and Pollutant Emissions by Enterprises of Ukraine in 2023 Compared to 2022

*Source: compiled based on materials [1]*

Among the social innovations, the following can be highlighted: anti-discrimination practices in recruitment; practices of employee training involving existing staff through a system of incentives (including financial ones), among others.

The third important area in the formation of corporate policy for enterprises toward the Fifth Industrial Revolution concept is the provision of resources and development opportunities.

The implementation of the core ideas of the Fifth Industrial Revolution concept within the corporate policies of Ukrainian enterprises requires appropriate financial support, access to which during wartime is quite difficult due to high bank interest rates and the lack of collateral from business entities.

Corporate digitalization within the framework of Industry 5.0 requires resources and substantial investments for the acquisition, development, and implementation of basic technologies and digital capabilities [9]. As noted by P. Maddikunta and co-authors [19], corporate digitalization and transformation within Industry 5.0 will be continuous and dynamic, considering that innovation cycles are gradually shortening due to the emergence of new digital (including intelligent) technologies. The transition to Industry 5.0 demands that companies consistently allocate the necessary resources, ensure significant upfront financing, and accept longer payback periods, highlighting the need for and possibility of a strategic shift away from conventional expectations regarding returns on investment and payback periods [13]. Thus, the availability of resources and development opportunities implies the presence of financial capital to support the acquisition of technologies, research and development for Industry 5.0, as well as training or gaining expertise in digitalization [10].

The sphere of resource provision and development opportunities also includes the organizational capability to combine or integrate resources, leverage their complementarity, and develop capacities and additional competencies that promote corporate digital transformation within Industry 5.0.

In particular, when shaping corporate policies of enterprises with a focus on the Fifth Industrial Revolution concept, it is possible to define models of network interaction at the level of formal or informal associations.



This approach enables companies not only to implement specific projects but also to become larger players in their respective markets.

At the current stage, despite threatening challenges, Ukrainian enterprises remain oriented toward economic growth. The financial support for technology implementation can be achieved both through external financing and through the use of internal capital. The latter is generated through shareholder financing as well as through the use of retained earnings, which demonstrates the effectiveness of enterprises' focus on adhering to the course of implementing the Fifth Industrial Revolution concept in Ukraine.

Figure 4 presents the dynamics of the equity capital of Ukrainian enterprises, based on statistical data.

The analysis of the presented results (Figure 4) indicates that despite external development conditions (the invasion of Russian troops into the country in 2014, the annexation of the Autonomous Republic of Crimea and parts of Donetsk and Luhansk regions, the COVID-19 pandemic, the onset of Russia's full-scale invasion, the ongoing war, and the subsequent economic crisis), this indicator in Ukraine remained at a relatively high level. As shown in Figure 4, in 2014, under the influence of the aforementioned events, the indicator decreased by 24 % compared to 2013. Specifically, in 2013, the volume of enterprises' equity capital in Ukraine amounted to UAH 1950.37 billion, while in 2014 it fell to UAH 1480.66 billion.

The COVID-19 pandemic and the post-pandemic recovery did not have a negative impact on this indicator. In 2022, considering the effects of the full-scale invasion of Ukraine by Russia, the indicator amounted to UAH 3975.95 billion, which was 3.3 % less compared to its 2021 value (UAH 4113.34 billion). In 2023, the indicator reached UAH 4612.35 billion, reflecting a 16 % increase compared to 2022. Thus, in 2023, the country's economy began to show signs of recovery.

Accordingly, expectations regarding the financial support for innovations and resources through the equity capital of Ukrainian enterprises are higher.

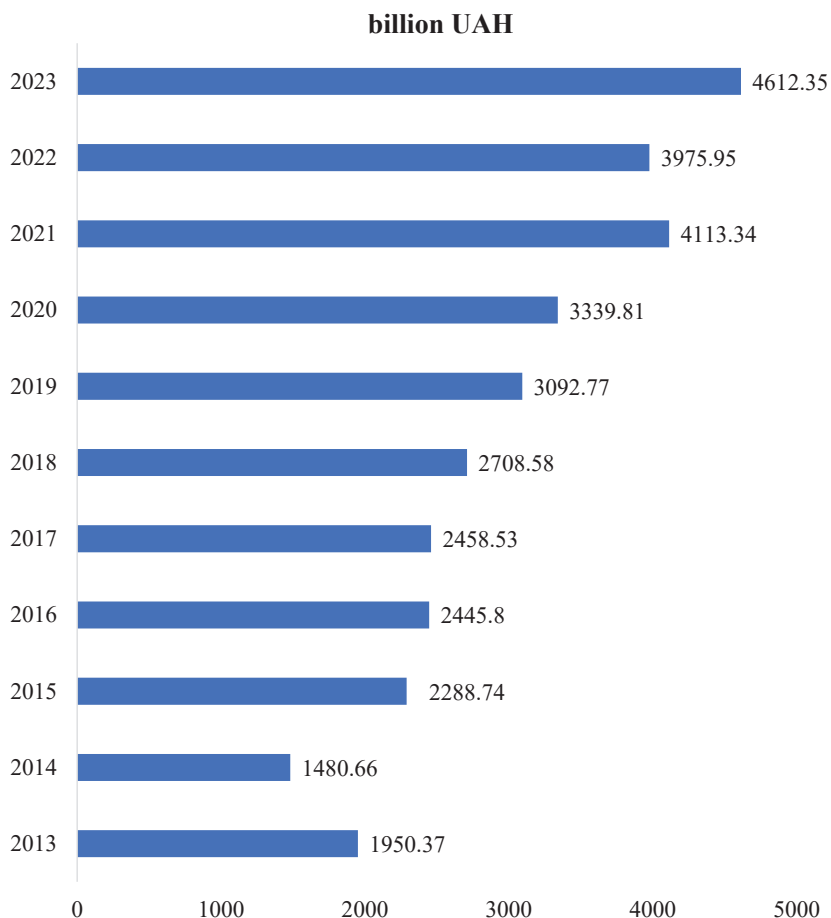


Figure 4. Dynamics of the Equity Capital Volumes of Ukrainian Enterprises

*Source: Compiled based on [2]*

The financial provision of resources and the innovative development of enterprises, necessary for sustainable operation within the framework of the Fifth Industrial Revolution concept in Ukraine, using equity capital, is associated with funds generated from economic activities (retained earnings).

Unlike the dynamics of equity capital volumes, retained earnings did not exhibit consistent positive growth, and in certain periods, losses were also recorded.

Figure 5 presents the dynamics of the retained earnings volumes of Ukrainian enterprises.

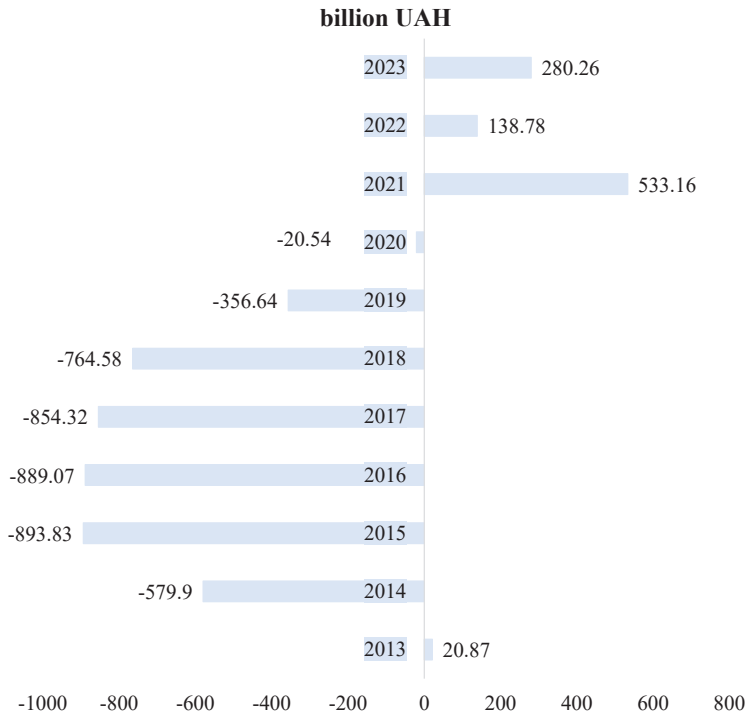


Figure 5. Dynamics of the Retained Earnings Volumes  
of Ukrainian Enterprises

*Source: compiled based on [2]*

It is worth noting that other sources of funding for resource provision and the development of Ukrainian enterprises toward implementing corporate policies based on the concept of the Fifth Industrial Revolution include investment and lending.

**Conclusions.** Corporate governance refers to the system of management, control, and the development of corporate goals and strategic directions. Proper corporate governance is essential for sustainable development, as it fosters conditions such as transparency, business integrity, and accountability.

Today, most enterprises adhere to a corporate governance model based on full subordination to shareholders (owners), prioritizing the interests of shareholders, which is mainly reflected in incentive systems and short-term value increases. The focus of enterprises on adhering to the principles of the fourth industrial revolution concept strengthened the fulfillment of shareholder (owner) expectations by achieving their economic interests, enhancing technological capabilities and the market value of companies. However, it did not contribute to the creation of a stable environment for the development of human resources and the improvement of ecosystems.

High-technology companies possess the potential to influence the balancing of social, environmental, technological, and economic components, thereby demonstrating their capacity to act as flagships in the transition from the fourth to the fifth industrial revolution.

To achieve alignment with the core objectives of the fifth industrial revolution – namely, human-centricity, sustainability, and environmental stewardship – enterprises must implement more resilient and sustainable models of corporate governance.

Sustainable corporate governance fosters an enabling environment for the advancement of the foundational elements of the fifth industrial revolution, specifically Industry 5.0 and Society 5.0. This requires corporations to integrate the sustainable development goals (SDGs) into their corporate and business strategies and to establish time-bound, measurable indicators to monitor progress toward these goals.

Adherence to the principles of the fifth industrial revolution offers enterprises the opportunity to harmonize the interests of shareholders, stakeholders, the environment, and society, thereby ensuring the generation of synergistic effects across economic, social, and environmental dimensions.

The directions outlined herein for integrating the fifth industrial revolution concept can be adapted and implemented at the enterprise level across various sectors of the Ukrainian economy, even under wartime conditions, provided that coordinated actions are undertaken among all stakeholders.

The key areas proposed for adaptation include:

- enhancement of digital readiness (or the development of digital transformation competencies);
- implementation of eco-innovations (i.e., environmental innovations aimed at introducing new solutions and changes that enable business products, processes, and services to contribute to a more environmentally sustainable economy);
- promotion of social innovations (i.e., innovations directed toward improving societal well-being and meeting social needs in a timely manner through the development and deployment of innovative solutions that stimulate necessary changes in products, processes, business models, and forms of collaboration);
- ensuring financial support for resources and opportunities for development.

### **List of used sources**

1. Emissions of Pollutants and Greenhouse Gases into the Atmospheric Air from Stationary Sources of Pollution. State Statistics Service of Ukraine. 2025. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (Last accessed: 26.04.2025).
2. Equity Capital of Enterprises by Types of Economic Activity, Distributed by Large, Medium, Small, and Micro Enterprises (2013-2023). State Statistics Service of Ukraine. 2025. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (Last accessed: 26.04.2025).
3. Economic Statistics. Science, Technology, and Innovation. State Statistics Service of Ukraine. 2025. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (Last accessed: 26.04.2025).
4. Digital Literacy of Ukrainians through Education and Technology. Digital State UA. 2025. URL: <https://digitalstate.gov.ua/>

uk/news/govtech/ukraine-accelerates-e-literacy-through-public-infrastructure (Last accessed: 26.04.2025).

5. Aslam F., Aimin W., Li M. and Ur Rehman K. Innovation in the era of IoT and industry 5.0: absolute innovation management (AIM) framework. *Information*. 2020. Vol. 11(2):124. DOI: 10.3390/info11020124.

6. Breque M., Nul L. D. and Petridis A. Industry 5.0: Towards a sustainable, humancentric and resilient European industry. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. 2021. DOI: <https://doi.org/10.2777/308407>.

7. ElFar O.A., Chang C.K., Leong H.Y., Peter A.P., Chew K. W., Show P. L. Prospects of Industry 5.0 in algae: Customization of production and new advance technology for clean bioenergy generation. *Energy Conversion and Management*. 2021. Vol. 10:100048. DOI: 10.1016/j.ecmx.2020.100048.

8. Elim H.I. and Zhai G. Control system of multitasking interactions between society 5.0 and industry 5.0: A conceptual introduction & its applications. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Vol. 1463(1):012035. DOI: 10.1088/1742-6596/1463/1/012035.

9. Fraga-Lamas P., Lopes S. I. And Fernández-Caramés T. M. Green IoT and edge AI as key technological enablers for a sustainable digital transition towards a smart circular economy: An industry 5.0 use case. *Sensors*. 2021. Vol. 21(17), 5745. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21175745>.

10. Ghobakhloo M., Iranmanesh M., Tseng M. L., Grybauskas A., Stefanini A. and Amran A. Behind the definition of Industry 5.0: a systematic review of technologies, principles, components, and values. *Journal of Industrial and Production Engineering*. 2023. Vol. 40(6). P. 432–447. DOI: <https://doi.org/10.1080/21681015.2023.2216701>.

11. Holroyd C. Technological innovation and building a ‘super smart’ society: Japan’s vision of society 5.0. *Journal of Asian Public Policy*. 2020. Vol. 15(1). P. 18–31. DOI: <https://doi.org/10.1080/17516234.2020.1749340>.

12. IMD World Digital Competitiveness Ranking 2024. World Competitiveness Center. The digital divide: risks and opportunities.

URL: <https://imd.widen.net/s/xvhldkrrkw/20241111-wcc-digital-report-2024-wip> (Last accessed: 26.04.2025).

13. Jabbour C.J.C., Jabbour A.B.L. d. S., Sarkis J. and Filho M.G. Unlocking the circular economy through new business models based on large-scale data: An integrative framework and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*. 2019. Vol. 144. P. 546–552. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.09.010>.

14. Kasinathan P., Pugazhendhi R., Elavarasan R.M., Ramachandaramurthy V. K., Ramanathan V., Subramanian S., Kumar S., Nandhagopal K., Raghavan R.R.V., Rangasamy S., Devendiran, R. and Alsharif M. Realization of Sustainable Development Goals with Disruptive Technologies by Integrating Industry 5.0, Society 5.0, Smart Cities and Villages. *Sustainability*. 2022. Vol. 14 (22), 15258. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142215258>.

15. Lee J., Bagheri B., Kao H. Research letters: A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*. 2015. Vol. 3. P. 18–23. DOI: [10.1016/j.mfglet.2014.12.001](https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001).

16. Longo F., Padovano A. and Umbrello S. Value-oriented and ethical technology engineering in Industry 5.0: A human-centric perspective for the design of the factory of the future. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10:4182. DOI: [10.3390/app10124182](https://doi.org/10.3390/app10124182).

17. Luthra S. and Mangla S.K. Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. *Process Safety and Environment Protection*. 2018. Vol. 117. P. 168–179. DOI: [10.1016/j.psep.2018.04.018](https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.04.018).

18. Lu Y. Zheng H., Chand S., Xia W., Liu Z., Xu X., Wang L., Qin Z. and Bao J. Outlook on human-centric manufacturing towards Industry 5.0. *Journal of Manufacturing Systems*. 2022. Vol. 62. P. 612–627. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.02.001>.

19. Maddikunta P. K. R., Pham Q. V., Prabadevi B., Deepa N., Dev K., Gadekallu T. R., Ruby R. and Liyanage M. Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications. *Journal of Industrial Information Integration*. 2022. Vol. 26, 100257. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257>.

20. Müller J. Enabling Technologies for Industry 5.0: results of a workshop with Europe's technology leaders. European Commission. 2020. DOI: <https://doi.org/10.2777/082634>.

21. Musarat M. A., Irfan M., Alaloul W. S., Maqsoom A. and Ghufuran M. A Review on the Way Forward in Construction through Industrial Revolution 5.0. *Sustainability*. 2023. 15(18), 13862. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151813862>.

22. Nahavandi S. Industry 5.0: A human-centric solution. *Sustainability*. Vol. 11(16), 4371. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11164371>.

23. Noble S. M., Mende M., Grewal D. and Parasuraman A. The fifth industrial revolution: How harmonious human-machine collaboration is triggering a retail and service [r]evolution. *Journal of Retailing*. 2022. Vol. 98(2). P. 199–208. DOI:10.1016/j.jretai.2022.04.003.

24. Saniuk S., Grabowska S. and Gajdzik B. Social expectations and market changes in the context of developing the Industry 4.0 concept. *Sustainability*. 2020. Vol. 12:1362. DOI: 10.3390/su12041362.

25. Simmler M. and Frischknecht R. A taxonomy of human-machine collaboration: capturing automation and technical autonomy. *AI and Society*. 2021. Vol. 36, 1. P. 239–250. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00146-020-01004-z>.

26. Sindhvani R., Afridi S., Kumar A., Banaitis A., Luthra S. and Singh P. L. Can industry 5.0 revolutionize the wave of resilience and social value creation? A multi-criteria framework to analyze enablers. *Technology in Society*. 2022. Vol. 68, 101887. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101887>.

27. Terstriep J., Rehfeld D. and Kleverbeck M. Favourable social innovation ecosystem(s)? An explorative approach. *European Planning Studies*. 2020. Vol. 28(5). P. 881–905. DOI: <https://doi.org/10.1080/09654313.2019.17088>.

28. Xu X., Lu Y., Vogel-Heuser B. and Wang L. Industry 4.0 and Industry 5.0 – Inception, Conception and Perception. *Journal of Manufacturing Systems*. 2021. Vol. 61. P. 530–535. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006>.



**МИХАЙЛІЧЕНКО Любомир Володимирович,**  
здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти  
з галузі знань 05 «Соціальні та поведінкові науки»  
за спеціальністю 051 «Економіка»,  
Запорізький національний університет,  
м. Запоріжжя, Україна  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3545-0805>

### **3.6. ЦИФРОВІ ВИКЛИКИ КАДРОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА**

**Вступ.** Персонал підприємства є одним з найголовніших його ресурсів, що визначає та впливає на успіх підприємства, а саме ефективне функціонування всіх його систем. Тож залучення вже існуючих стратегій реалізації системного управління персоналом, розробка нових, що відповідали б стрімкому розвитку діджиталізації в усіх сферах бізнесу, пов'язаним з цим можливостям та рівню обізнаності людства, є вагомим та невід'ємним аспектом, що не повинен залишатися поза увагою будь-якого підприємства.

Сучасні тренди, технології та вже здобуті знання призводять до стрімких змін в управлінні персоналом. Це надає численні можливості для вдосконалення вже наявних моделей управління персоналом фірмам, які вже давно знаходяться на ринку, а також надає можливість новим підприємствам обрати найбільш посунений та найбільш вигідний підхід в побудові системи управління персоналом.

**Виклад основних результатів дослідження.** Для розгляду теоретичних основ системного управління персоналом важливо розглянути саме поняття «персонал», а саме його трактування різними авторами. Розуміння даного терміну кожним з авторів відрізняється у відповідності до їх підходів. У табл. 1 представлено трактування «персонал» різними науковцями, розгляд яких необхідний для того щоб сформулювати узагальнене визначення даного поняття.

Таблиця 1

**Трактування поняття «персонал» різними науковцями**

<b>Автор</b>	<b>Трактування</b>
Гетьманцева Н. [1]	Сукупність працівників на підприємстві, що перебувають у трудових відносинах згідно з законодавством, мають відповідну кваліфікацію та виконують певні функції для досягнення цілей організації
Балановська Т.І., Гоголя О.П., Кубіцький С.О., Михайліченко М.В., Троян А. В. [2]	Сукупність працівників підприємства з певними динамічними якостями, що сформувалися під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів, які забезпечують досягнення цілей організації
Шубалий О.М., Рудь Н.Т., Гордійчук А.І. [3]	Основний ресурс організації, що включає працівників, які володіють необхідними знаннями, навичками та досвідом для виконання трудових функцій
Гурбик Ю.Ю., Беляєв С.С., Багунц Е.С. [4]	Сукупність працівників організації, які мають відповідні компетенції та виконують трудові функції для досягнення стратегічних цілей підприємства
Балабанова Л.В., Сардак О.В. [5]	Сукупність працівників, які мають певні професійні знання, навички та досвід, що дозволяють ефективно виконувати трудові функції в організації
Мальнєва В.Л. [6]	Сукупність працівників підприємства, які є носіями знань, навичок і досвіду, необхідних для досягнення цілей організації
Остапенко В.В. [7]	Сукупність працівників, які забезпечують реалізацію функцій організації, маючи відповідні компетенції та досвід

*Джерело: складено автором на основі [1–7]*

Переглянувши та проаналізувавши дані трактування, можна зробити висновок, що всі автори вважають персонал важливим ресурсом будь-якого підприємства, який характеризується певним

професійною підготовкою та навиками, залучення яких спрямовується на функціонування в цілому, а що ще важливіше саме на ефективне функціонування всіх необхідних підприємству процесів, а також досягнення максимально можливої продуктивності. Крім того можна зробити висновок, що дане визначення не є однозначним, а виражає його розуміння різними науковцями відповідно до їх підходів та власного розуміння. Таким чином можна помітити деякі нечіткості, а саме певну узагальненість трактувань даного терміну.

На думку французького менеджера Анрі Файоля, який являється одним з основоположників теорії управління, для ефективного функціонування підприємства, а саме досягнення поставлених перед підприємством цілей, необхідно чітко продумати та реалізувати організацію, координацію та контроль персоналу [8]. З огляду на це управління персоналом займає вагоме місце в управлінні організацією.

Порівняно з французьким науковцем, термін І. І. Бажана є максимально простим для розуміння та передає всю суть кількома словами [9]. Беззаперечно й дане трактування вказує на те, що персонал є ресурсом підприємства і складність в управлінні даним ресурсом, полягає у тому, що даний ресурс знаходиться під впливом людського фактору, а це означає необхідність комплексності та адаптивності методів їх управління, тоді як інші, не живі, ресурси підприємства не вимагають додаткових зусиль. Саме тому Пітер Друкер, один з основоположників сучасного менеджменту, виділяє в своїх працях, а саме: у книгах «Задачі менеджменту в ХХІ» та «Менеджмент: завдання, обов'язки, практика», важливість людського капіталу для організації та його ефективного управління [10].

Персонал є одним із найважливіших ресурсів, що забезпечує успіх і стабільний розвиток підприємства. Його роль у формуванні успіху організації полягає не лише у виконанні конкретних функцій, але й у забезпеченні загальної ефективності бізнес-процесів, інноваційності та конкурентоспроможності підприємства [11].

По-перше, кваліфікація та професіоналізм співробітників значною мірою впливають на продуктивність і якість виконуваних робіт. Висококваліфікований персонал здатний забезпечити високу ефективність робочих процесів, знижувати кількість помилок і збоїв, що, в свою чергу, покращує економічні показники підприємства. Своєю чергою, добре підготовлені працівники можуть виявляти ініціативу в поліпшенні процесів і впровадженні нових ідей, що також сприяє підвищенню конкурентоспроможності [12].

По-друге, задоволеність і мотивація персоналу є ключовими чинниками для забезпечення успіху підприємства. Якщо працівники відчують, що їхній внесок у розвиток компанії важливий і належним чином оцінюється, вони більш зацікавлені у досягненні високих результатів. Мотивація може здійснюватися через матеріальні та нематеріальні стимули, розвиток корпоративної культури та надання можливостей для професійного зростання. Це сприяє не лише підвищенню продуктивності, а й зниженню плинності кадрів, що є важливим для збереження стабільності у роботі компанії.

По-третє, персонал є рушійною силою для розвитку інновацій та впровадження нових технологій, що є важливим аспектом у сучасному бізнес-середовищі. Співробітники можуть генерувати ідеї, які дозволяють підприємству адаптуватися до змін на ринку, підвищувати ефективність виробництва або покращувати обслуговування клієнтів. Творчий потенціал та здатність до адаптації працівників допомагають компанії залишатися гнучкою та конкурентоспроможною в умовах економічних змін [13].

Важливу роль у формуванні успіху підприємства також відіграє командна робота. Злагоджена робота колективу дозволяє швидко реагувати на зміни, вирішувати складні завдання та досягати спільних цілей. Саме від ефективної взаємодії співробітників залежить, наскільки оперативно підприємство може реалізовувати свої стратегії, а також адаптуватися до змін на ринку.

Проаналізуємо роль персоналу на прикладі світових компаній (табл. 2).

Таблиця 2

**Характеристика ролі персоналу в світових компаніях**

<b>Роль персоналу підприємства</b>	<b>Характеристика</b>	<b>Назва компаній</b>
Підвищення продуктивності	Персонал відповідає за виконання основних бізнес-процесів, що безпосередньо впливає на продуктивність підприємства	Toyota, Apple
Інновації та адаптація до змін	Працівники розробляють ідеї для покращення продукції, послуг або процесів, що допомагає підприємству адаптуватися до змін на ринку	Google, Tesla
Мотивація та збереження кадрів	Мотивація персоналу через матеріальні та нематеріальні стимули, що знижує плинність кадрів та забезпечує лояльність співробітників	Salesforce, Microsoft
Покращення клієнтського обслуговування	Працівники забезпечують високий рівень взаємодії з клієнтами, що підвищує задоволеність споживачів і їхню лояльність до компанії	Amazon, Zappos
Розвиток корпоративної культури	Персонал формує корпоративні цінності та сприяє їхньому розвитку, що підвищує згуртованість команди	Netflix, Patagonia
Формування лідерства і комунікації	Лідери та комунікативні канали допомагають забезпечити ефективну координацію та стратегічне планування в межах компанії	GE, Coca-Cola
Підвищення гнучкості організації	Працівники адаптуються до змін у бізнес-середовищі, що дозволяє компанії бути більш гнучкою та конкурентоспроможною	Spotify, Airbnb

*Джерело: складено автором на основі [14–22]*

Персонал підприємства відіграє ключову роль у досягненні його успіху, і це охоплює різні аспекти діяльності. Продуктивність і ефективність підприємства значною мірою залежать від професіоналізму та мотивації його співробітників. Такі компанії як Toyota і Apple, демонструють, як важливість висококваліфікованого персоналу призводить до постійного зростання та вдосконалення бізнес-процесів. Інновації, що є основою конкурентної переваги на ринку, також часто залежать від талановитих співробітників, здатних генерувати нові ідеї та адаптувати їх до швидко змінюваного середовища. Прикладом є Google та Tesla, які впроваджують інновації завдяки творчому підходу своїх команд.

Мотивація та збереження кадрів є ще однією важливою функцією персоналу. Підприємства, які надають своїм співробітникам можливості для професійного розвитку та покращення умов праці, досягають значного успіху в зниженні плинності кадрів та підвищенні лояльності. Такі компанії, як Salesforce та Microsoft, активно впроваджують системи мотивації, що дозволяє їм підтримувати стабільний розвиток та лідерські позиції на ринку.

Крім того, високий рівень клієнтського обслуговування та здатність до розвитку корпоративної культури є критичними для довгострокового успіху. Amazon та Zappos є прикладами компаній, що ставлять на перше місце задоволення потреб своїх клієнтів, що позитивно впливає на їх репутацію і прибутковість. Розвиток лідерства та комунікацій у таких організаціях, як GE та Coca-Cola, дозволяє створювати стратегії, які ефективно реалізуються на всіх рівнях. Гнучкість організації і здатність адаптуватися до змін у бізнес-середовищі – ще одна важлива риса успішних підприємств. Компанії на кшталт Spotify та Airbnb показують, як швидко реагувати на зміну потреб ринку завдяки своїм співробітникам, що володіють високою адаптивністю та інноваційним мисленням.

У сучасних умовах цифрової трансформації економіки питання кадрового забезпечення підприємств набуває нових контекстів та викликів. Технологічний прогрес, автоматизація процесів,

поширення дистанційної роботи та інноваційних рішень вимагають від компаній перегляду традиційних підходів до управління персоналом. У центрі уваги опиняються не лише нові компетенції працівників, а й цифрова готовність кадрових служб до адаптації в умовах динамічних змін.

У таблиці 3 наведено вплив цифровізації на кадрове забезпечення підприємств.

Таблиця 3

**Характеристика впливу цифровізації  
на кадрове забезпечення підприємства**

Напрямок впливу	Характеристика
Потреба в нових компетенціях	Поява нових цифрових професій, необхідність володіння цифровими навичками та гнучкими компетентностями
Автоматизація кадрових процесів	Використання HRM-систем, електронного документообігу, чат-ботів, систем аналітики в управлінні персоналом
Розвиток дистанційної зайнятості	Перехід до гібридної або повністю дистанційної форми роботи через цифрові платформи та сервіси
Цифровізація процесу навчання	Впровадження онлайн-курсів, платформ електронного навчання, мікронавчання
Використання великих даних (Big Data)	Аналіз даних для прогнозування потреб у персоналі, підбору кадрів, оцінки продуктивності
Підвищення гнучкості управління	Застосування цифрових інструментів для швидкого реагування на зміни в середовищі та потреби працівників
Потреба в цифровій безпеці	Необхідність захисту персональних даних працівників та безпечного обміну інформацією в цифрових системах

*Джерело: складено автором на основі [23–25]*

Цифровізація суттєво трансформує кадрове забезпечення підприємства, охоплюючи всі ключові напрями його організації та

управління. Насамперед змінюються вимоги до компетенцій працівників. З розвитком цифрових технологій з'являються нові спеціальності, зростає попит на фахівців, які володіють сучасними цифровими навичками, аналітичним мисленням, здатністю швидко навчатися та адаптуватися до нових умов. Від працівників очікується не лише технічна грамотність, але й готовність до постійного професійного розвитку.

Автоматизація кадрових процесів стала ще одним важливим аспектом. Завдяки впровадженню систем управління персоналом, електронного документообігу, чат-ботів для взаємодії з кандидатами та аналітичних інструментів, підприємства мають змогу оптимізувати роботу кадрових служб, зменшити обсяг рутинної роботи та підвищити ефективність процесів добору, адаптації, мотивації та оцінки персоналу. Розвиток дистанційної форми зайнятості став помітним трендом, особливо під впливом глобальних змін у трудовому середовищі. Багато компаній активно використовують онлайн-платформи та сервіси для організації роботи своїх команд, що вимагає змін у підходах до управління персоналом, забезпечення контролю за виконанням завдань та підтримки корпоративної культури в онлайн-середовищі.

Цифровізація значною мірою змінює також підходи до навчання та розвитку персоналу. Поширення електронного навчання, онлайн-курсів, мікронавчання дозволяє компаніям ефективно підвищувати кваліфікацію працівників, незалежно від їхнього місця перебування. Це відкриває нові можливості для постійного розвитку персоналу та скорочує витрати на традиційне навчання [26].

Використання великих даних стає важливим інструментом у кадровій роботі. Компанії все частіше застосовують аналітику для прогнозування потреб у персоналі, пошуку найкращих кандидатів, визначення рівня залученості співробітників та оцінки ефективності кадрових рішень, що дозволяє приймати обґрунтовані управлінські рішення, базуючись на реальних даних.



Підвищення гнучкості управління також є характерною рисою цифрової трансформації. Використання цифрових інструментів сприяє більш оперативному реагуванню на зміни внутрішнього та зовнішнього середовища, швидкому формуванню команд, оновленню процесів та створенню умов для динамічного розвитку персоналу.

Окремо варто зазначити потребу в забезпеченні цифрової безпеки, яка зростає разом з обсягом обробки персональних даних. Компанії мають створювати надійні умови захисту інформації працівників, впроваджувати політики конфіденційності та технічні рішення, що гарантують безпеку електронного документообігу та внутрішніх комунікацій. У комплексі всі ці зміни формують нову модель кадрового забезпечення підприємства, орієнтовану на інновації, адаптивність та безперервний розвиток [27–28].

Виокремимо основні технології, які використовуються при формуванні кадрового потенціалу (табл. 4).

На основі табл. 4 можна зробити висновок, що цифрові технології відіграють вирішальну роль у формуванні кадрового забезпечення сучасного підприємства. Використання HRM-систем дозволяє комплексно автоматизувати управлінські процеси, пов'язані з персоналом, зменшуючи людський фактор та підвищуючи точність у веденні кадрового діловодства. Системи ATS значно покращують ефективність рекрутингу, дозволяючи швидко обробляти заявки, зберігати історії взаємодії з кандидатами та уникати дублювання зусиль при пошуку працівників.

Онлайн-платформи для навчання сприяють безперервному розвитку персоналу та підвищенню кваліфікації без відриву від виробничого процесу. Це важливо в умовах швидкої зміни вимог ринку та необхідності оперативної адаптації працівників. HR-аналітика, у свою чергу, дозволяє керівникам ухвалювати рішення на основі об'єктивних даних, аналізувати внутрішні процеси та виявляти проблемні зони ще до того, як вони почнуть негативно впливати на продуктивність.

Таблиця 4

**Характеристика технологій формування  
кадрового потенціалу підприємства**

Технологія	Сфера застосування	Характеристика
1	2	3
HRM-системи	Використовуються для комплексного управління всіма кадровими процесами на підприємстві, включаючи облік працівників, управління їх розвитком, компенсаціями, оцінюванням ефективності тощо	Забезпечують централізоване зберігання та обробку інформації про персонал, автоматизують процеси кадрового діловодства, оптимізують управління талантами, сприяють прозорості та зменшенню адміністративного навантаження
ATS (Система відстеження кандидатів)	Основний інструмент для організації процесів пошуку, добору та відбору кандидатів на вакантні посади. Система підтримує взаємодію між рекрутерами, кандидатами та лінійними керівниками	Дозволяє ефективно обробляти великі обсяги резюме, здійснювати попередній відбір за заданими критеріями, планувати співбесіди, комунікувати з кандидатами та зберігати історію взаємодій
Онлайн-платформи для навчання (LMS)	Застосовуються для організації внутрішнього навчання, підвищення кваліфікації персоналу, контролю за проходженням курсів та підсумковою оцінкою знань працівників	Надають доступ до цифрових навчальних матеріалів, тестування, відеоуроків, форумів, дозволяють формувати індивідуальні програми розвитку, відстежувати прогрес і сертифікувати знання співробітників
HR-аналітика	Використовується для прийняття обґрунтованих рішень у сфері управління персоналом на основі даних.	Застосовує інструменти Business Intelligence для перетворення HR-даних у візуальні звіти, діаграми, прогнози. Допомогає виявляти

Продовження таблиці 4

1	2	3
	Охоплює аналіз плинності кадрів, рівня залученості, ефективності працівників тощо	проблеми в управлінні людськими ресурсами, оцінювати вплив HR-політик на результати бізнесу
Чатботи	Використовується для підтримки внутрішньої комунікації між працівниками та HR-відділом, особливо для стандартних запитів та оперативної інформації	Дає змогу в режимі 24/7 відповідати на поширені питання співробітників (про графік, лікарняні, відпустки), спрямовує їх до потрібних ресурсів, автоматизує первинну взаємодію з кандидатами, знижуючи навантаження на HR
Big Data	Застосовується для глибокого аналізу великих обсягів даних про співробітників, зовнішні ринки праці, тренди у професійному розвитку та потреби в компетенціях	Використання великих даних дозволяє прогнозувати поведінку персоналу, визначати ризики звільнень, оптимізувати витрати на підбір та навчання кадрів, а також будувати довгострокову HR-стратегію, орієнтовану на бізнес-результат

*Джерело: складено автором на основі [29–31]*

Використання чат-ботів у сфері HR дає змогу покращити комунікацію між працівниками та адміністрацією, особливо у великих компаніях із великою чисельністю персоналу, де важлива оперативність та зменшення навантаження на HR-відділ. Нарешті, впровадження Big Data відкриває нові горизонти в управлінні персоналом, оскільки дозволяє не лише оцінювати поточний стан, а й прогнозувати майбутні потреби та ризики в кадровій сфері.

Усі ці технології не лише покращують функціонування кадрової служби, а й суттєво підвищують загальну конкурентоспроможність підприємства, створюючи передумови для

гнучкості, стійкості до змін та стратегічного розвитку людського капіталу.

Попри значні переваги цифрових технологій багато компаній стикається із викликами, які пов'язані із їхнім впровадженням та власне використанням, що продемонстровано в табл. 5.

Таблиця 5

**Характеристика ключових викликів  
у процесі використання цифрових технологій  
в контексті кадрового забезпечення підприємства**

<b>Ключовий виклик</b>	<b>Суть проблеми</b>	<b>Можливі наслідки для підприємства</b>
Недостатня цифрова грамотність персоналу	Брак навичок роботи з цифровими HR-системами серед працівників	Зниження ефективності використання технологій, помилки при введенні даних, опір нововведенням
Висока вартість впровадження технологій	Значні фінансові витрати на придбання, налаштування та обслуговування цифрових HR-рішень	Обмеження у бюджеті, затримка впровадження інновацій
Захист персональних даних	Ризики витоку конфіденційної інформації про працівників	Втрата довіри персоналу, юридичні наслідки, репутаційні ризики
Опір змінам з боку персоналу	Побоювання втрати роботи або зміни звичного робочого середовища через автоматизацію	Низький рівень залучення, саботаж нових ініціатив
Відсутність чіткої цифрової стратегії	Впровадження технологій без загального бачення та інтеграції з іншими процесами компанії	Зниження ефективності технологій, нерівномірне використання ресурсів

*Джерело: складено автором на основі [32–34]*

У процесі впровадження цифрових технологій у кадрове забезпечення підприємства існує кілька важливих викликів, які можуть суттєво вплинути на ефективність цієї трансформації. По-перше, одним із основних викликів є недостатня цифрова грамотність персоналу. Це стосується того, що багато працівників можуть не мати достатніх навичок для роботи з новими цифровими HR-системами. В результаті, навіть за наявності високотехнологічних рішень, працівники можуть допускати помилки при введенні даних, що, в свою чергу, може знизити ефективність роботи всього кадрового відділу та привести до непорозумінь або неактуальних даних. Це також може викликати опір з боку співробітників, які не готові до змін у звичному робочому процесі.

Другим важливим викликом є висока вартість впровадження цифрових технологій. Багато організацій стикаються з проблемою обмеженого бюджету, оскільки інтеграція новітніх HR-рішень, таких як автоматизовані системи управління персоналом або платформи для рекрутингу, може вимагати значних фінансових витрат на придбання, налаштування та обслуговування. Це може призвести до затримок у впровадженні нових технологій або необхідності вибору менш дорогих рішень, що в свою чергу може обмежити їхню ефективність.

Захист персональних даних також є ключовим викликом при цифровізації кадрового забезпечення, оскільки в нових системах обробляється велика кількість конфіденційної інформації про співробітників, існує ризик її витоку або несанкціонованого доступу. Це може мати серйозні юридичні наслідки для компанії, включаючи штрафи, а також призвести до втрати довіри з боку працівників, що негативно позначиться на загальній атмосфері в колективі.

Також значним викликом є опір змінам з боку персоналу, адже люди часто переживають через автоматизацію та можливі зміни в їхньому робочому середовищі, особливо якщо це призводить до страху втратити роботу або значно змінити спосіб виконання звичних обов'язків. Такий опір може проявлятися як у відкритій формі (наприклад, саботаж нових технологій), так і у вигляді неактивності або зниження рівня залученості до змін.

Нарешті, відсутність чіткої цифрової стратегії також є серйозною проблемою. Якщо впровадження технологій не є частиною загальної стратегії розвитку компанії, то це може призвести до нерівномірного або неефективного використання цифрових ресурсів. Відсутність інтеграції між технологіями та іншими процесами підприємства може знизити їхню ефективність і зробити їх використання менш вигідним. У такому випадку компанія ризикує витратити час і гроші на технології, які не принесуть очікуваних результатів.

Отже, наведені виклики вимагають від компаній обережного і добре спланованого підходу до цифровізації, враховуючи можливі труднощі на кожному етапі впровадження нових технологій.

Від початку повномасштабної війни в Україні спостерігається суттєве зростання соціального напруження, яке посилилося хвилею масової міграції громадян за кордон. Причому міграція охопила не лише прифронтові регіони, а й відносно безпечні території. Такий масштабний відтік населення, у поєднанні з активною мобілізацією протягом понад трьох років війни, призвів до відчутного кадрового дефіциту, зростання рівня безробіття та посилення загальних кадрових ризиків у державі [35].

Станом на сьогодні український бізнес стикається з не лише браком кваліфікованих спеціалістів, а й із загальним дефіцитом робочої сили. Причини цього багатогранні: з одного боку – масштабна трудова міграція, з іншого – мобілізаційні процеси, які охоплюють значну частину чоловічого населення працездатного віку. Крім того, існує частка чоловіків, які з різних причин не залучені до активної трудової діяльності, залишаючись вдома без офіційного працевлаштування [35]. Усе це формує негативну динаміку в сфері кадрового забезпечення країни, що в перспективі несе загрозу для національної економіки. Якщо тенденція не зміниться, Україна може зіткнутися з ситуацією, коли попросту не залишиться достатньої кількості людей, здатних підтримувати виробничі процеси та забезпечувати економічний розвиток.

Проаналізуємо динаміку регіональної структури зайнятості (рис. 1).

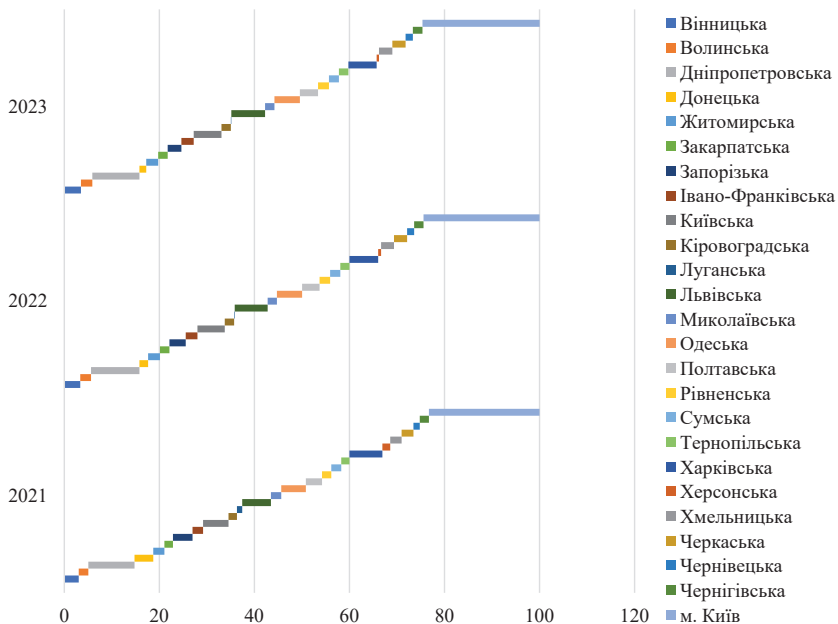


Рис. 1. Регіональна структура зайнятості населення України  
за 2021–2023 рр.

*Джерело: складено автором на основі [37]*

Аналізуючи структуру зайнятості видно її зменшення в областях, які знаходяться територіально близько до зони бойових дій – Донецька, Луганська, Харківська та збільшення у Львівській, Вінницькій, Хмельницькій, що пов'язано з релокацією компаній та внутрішньою міграцією населення.

Наступним пропонуємо дослідити рівень забезпеченості кадрами українських компаній, дослідивши скільки працівників припадає на українські компанії, що власне дозволить продемонструвати кадрові виклики в Україні, які пов'язанні із зменшенням кадрового забезпечення (рис. 2).

Аналіз динаміки кадрового забезпечення українських компаній за період 2013–2023 року показує кілька важливих тенденцій,

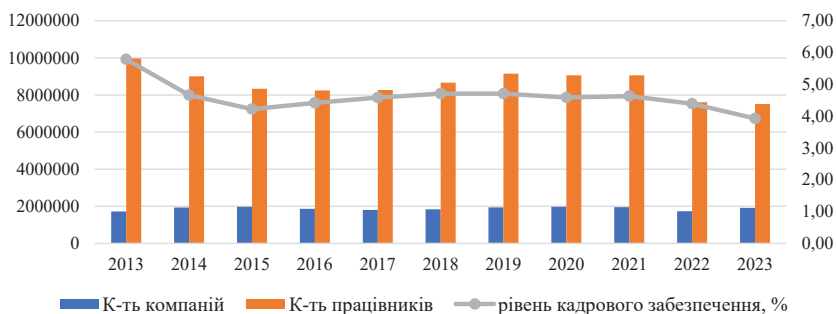


Рис. 2. Динаміка кадрового забезпечення українських компаній за 2013–2023 рр., %

*Джерело: складено автором на основі [38]*

які мають суттєвий вплив на кадрову ситуацію в країні. Загалом, за десять років спостерігається певне зниження рівня кадрового забезпечення, що свідчить про негативні зміни на ринку праці. Важливо відзначити, що цей період включає важливі економічні та соціальні зміни, зокрема повномасштабну війну, яка мала серйозний вплив на всі аспекти економіки, в тому числі на кадрове забезпечення.

У 2013 році рівень кадрового забезпечення становив 5,79 %, що було найвищим показником за весь період аналізу. Однак з наступними роками спостерігався поступовий спад цього показника. Від 2013 до 2023 року рівень кадрового забезпечення зменшився на 1,86 %, що відображає зменшення кількості працівників у порівнянні з кількістю компаній, що може свідчити про зростання кількості компаній, що працюють із меншою кількістю працівників або про більш високу ефективність використання трудових ресурсів.

Одним із ключових моментів є 2014 рік, коли, на фоні анексії Криму та початку війни на сході України, спостерігається зниження рівня кадрового забезпечення до 4,66 %. Це може бути наслідком економічної нестабільності та скорочення кількості працівників у певних галузях, що постраждали від політичних і військових подій. Проте, в наступні роки відбувається поступова



адаптація компаній до нових умов, і рівень кадрового забезпечення знову починає зростати, хоча й з незначними коливаннями.

2020 рік, що співпав з початком пандемії COVID-19, також вніс корективи в ситуацію. Зменшення кількості працівників та адаптація бізнесу до нових реалій, таких як віддалена робота, змінюють структуру ринку праці. Втім, цей період не супроводжувався значними змінами в загальному рівні кадрового забезпечення, який стабілізувався на рівні 4,59 %.

Особливу увагу потрібно приділити 2022 року, коли розпочалась повномасштабна війна Росії проти України. Це стало великим шоком для економіки та бізнесу, що суттєво вплинуло на кадрове забезпечення. Кількість працівників різко зменшилась до 7,6 мільйонів осіб, а рівень кадрового забезпечення впав до 4,39%. Багато підприємств змушені були скоротити штат, а частина компаній взагалі припинила свою діяльність. Це явище посилилося через еміграцію частини працездатного населення та вимушені зміни в умовах війни.

У 2023 році, хоча рівень кадрового забезпечення ще більше знизився до 3,93 %, кількість компаній знову почала зростати до понад 1,9 мільйона, що може свідчити про певну стабілізацію ситуації в бізнес-середовищі на тлі війни, проте рівень кадрового забезпечення залишався низьким через брак кваліфікованих працівників та зменшення кількості працівників на фоні економічних труднощів, еміграції та мобілізації.

Отже, аналіз даних за 2013–2023 років показує, що рівень кадрового забезпечення в Україні зазнав значних коливань, особливо через військові та економічні кризи. Підприємства змушені адаптуватися до нових реалій, і це визначає їх здатність залучати та утримувати працівників. Відновлення кадрового забезпечення в найближчі роки потребуватиме не тільки економічної стабільності, але й інвестицій у підготовку та розвиток робочої сили.

Також слід зазначити, що однією із причин низького рівня кадрового забезпечення є ухиляння від мобілізації, адже багато чоловіків сидять вдома та не працюють, що власне підтверджує структура зайнятого населення за категоріями (рис. 3).

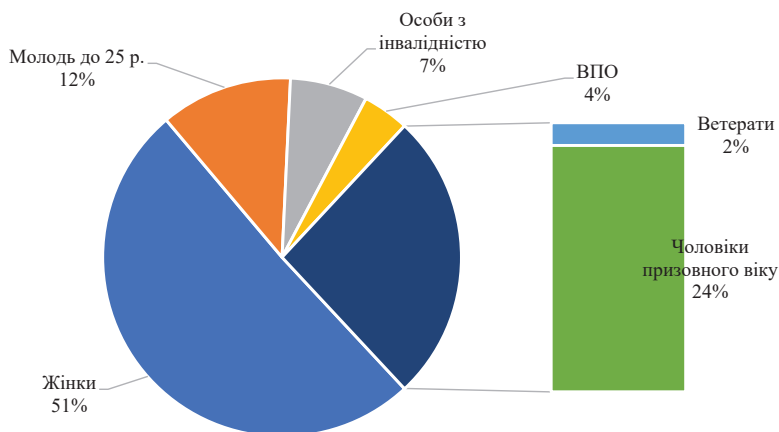


Рис. 3. Категорійна структура зайнятого населення за січень 2024 року, %

*Джерело: складено автором на основі [39]*

Аналізуючи дані, представлені на рис. 3, можна зробити кілька важливих висновків щодо структури робочої сили в Україні. Очевидно, що жінки становлять основну частину трудового потенціалу країни, їх частка складає 51% від загальної кількості зайнятих осіб, що свідчить про значну роль жінок у різних сферах економіки та підтверджує, що український ринок праці характеризується рівною участю обох статей у трудових процесах.

У той же час, частка чоловіків призовного віку складає лише 24 % від загальної кількості зайнятого населення. Цей показник відображає певні демографічні та соціальні тенденції, серед яких важливе місце займає вплив війни на ринок праці. Через мобілізацію значна частина чоловіків призовного віку була залучена до військових дій, що призвело до скорочення їхньої частки в трудовій силі.

Загалом, ці дані також відображають зміни в соціальній структурі праці, де на тлі війни і інших факторів відбувається значний перерозподіл ролей між чоловіками та жінками в економіці. Для деяких секторів економіки, які були традиційно більш чоловічими,

наприклад, будівництво чи важка промисловість, така зміна структури робочої сили може бути серйозним викликом. Водночас для деяких інших сфер, як-то охорона здоров'я, освіта, державний сектор, більш значна участь жінок може сприяти стабільності та розвитку, оскільки жінки все більше займають ключові позиції в управлінських та організаційних структурах.

Враховуючи ці демографічні зміни, підприємства та організації повинні переглядати свої стратегії щодо кадрового забезпечення, адаптуючи політики найму та управління персоналом до нових реалій ринку праці, де на перший план виходить важливість гендерної рівності, а також гнучкості та стабільності в умовах зовнішніх і внутрішніх викликів.

З початку війни майже всі українські підприємства стикнулись з безліччю проблем, які пов'язані з наймом персоналу, основні з яких наведено на рис. 4.

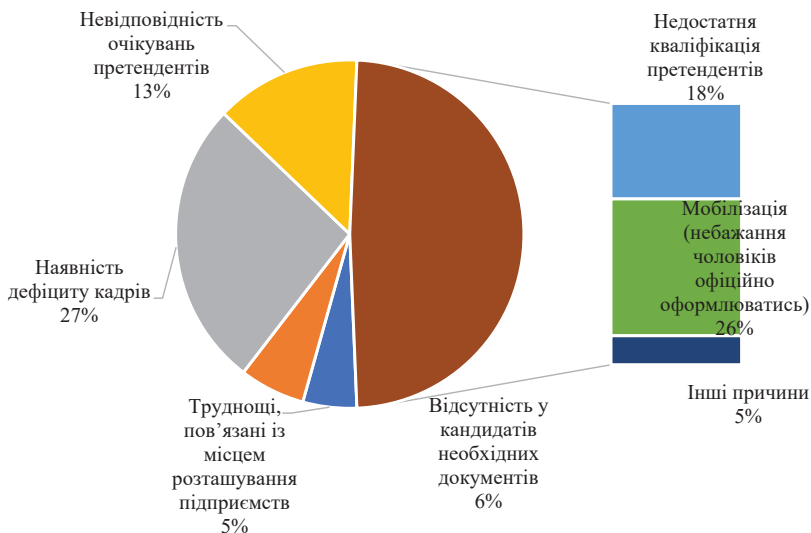


Рис. 4. Структура ключових проблем найму персоналу за 2023 рік, %

Джерело: складено автором на основі [39]

Аналіз структури ключових проблем найму персоналу на підприємствах станом на 2023 рік вказує на кілька основних факторів, що значно впливають на процеси залучення та утримання працівників. Найбільшу частку серед труднощів становить дефіцит кадрів, що виявляється у 26,7 % випадків. Це вказує на те, що на ринку праці спостерігається нестача кваліфікованих кадрів, що ускладнює процес найму та обмежує можливості підприємств щодо розширення штату або покращення продуктивності.

Однією з серйозних проблем є також мобілізація, зокрема небажання чоловіків офіційно оформлюватися через мобілізацію. Цей фактор займає 25,5 % у загальній структурі проблем. Він є прямим наслідком війни в Україні, що позначається на працездатному чоловічому контингенті, що перебуває під впливом мобілізації. Цей аспект стає серйозним викликом для компаній, оскільки призводить до нестабільності в складі робочої сили.

Додатково значну частину становить недостатня кваліфікація претендентів, що складає 17,8 % від загальних проблем. Це свідчить про те, що на ринку праці спостерігається розрив між потребами підприємств у висококваліфікованих кадрах і рівнем освіти та підготовки претендентів. Це створює перешкоди для підприємств, які прагнуть набирати відповідальних працівників, здатних ефективно виконувати свої функції. Ще однією суттєвою проблемою є невідповідність очікувань претендентів умовам праці або заробітної плати, що відзначається в 13,5 % випадків. Це може бути наслідком економічної нестабільності, інфляції та зростання цін, коли потенційні працівники прагнуть отримувати більш високу винагороду, ніж пропонують роботодавці, або не готові працювати за умовами, які пропонуються.

Також 6,1 % проблем пов'язані з відсутністю у кандидатів необхідних документів. Це вказує на те, що частина претендентів на вакансії не має всіх необхідних формальних документів для працевлаштування, що ускладнює процес відбору та збільшує витрати на перевірку документів та інші адміністративні витрати. Нарешті, лише 5 % проблем можна віднести до труднощів,

пов'язаних з місцем розташування підприємств. Це вказує на те, що для деяких компаній їхня географічна локація не є головною перешкодою для залучення кадрів, хоча в окремих випадках, наприклад, для віддалених чи малодоступних підприємств, це може становити труднощі для найму.

Таким чином, найбільші проблеми в наймі персоналу на підприємствах пов'язані з дефіцитом кадрів, мобілізацією та кваліфікаційними вимогами до претендентів, що вимагає адаптації стратегії управління персоналом до реалій війни та економічної ситуації в країні.

На рис. 5 представлено динаміку витрат підприємств України на персонал.

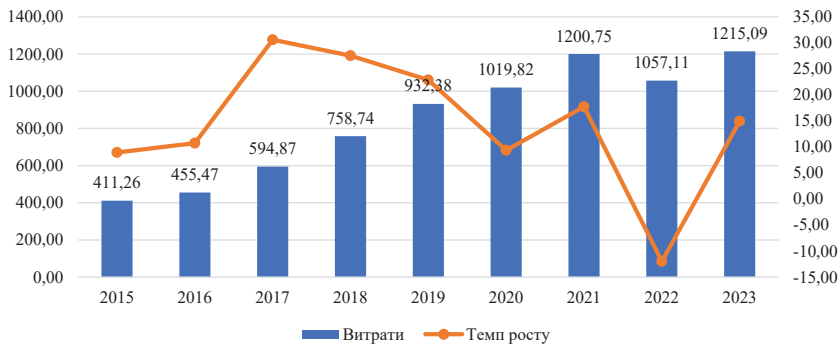


Рис. 5. Динаміка витрат на персонал українських підприємств за 2010–2023 рр., млрд грн

*Джерело: складено автором на основі [39]*

Слід відзначити, що дослідження проблеми кадрового забезпечення мали вплив і на результати діяльності українських компаній (рис. 6).

Аналіз динаміки темпів росту виручки від реалізації українських компаній у 2021–2023 роках свідчить про глибокий вплив війни, зокрема бойових дій, масової міграції та кадрової кризи

на економічну активність у різних регіонах. Особливо критичним був 2022 рік, коли більшість областей зазнали суттєвого падіння доходів підприємств. Це пов'язано не лише з руйнуваннями інфраструктури та логістичними обмеженнями, а й із гострим дефіцитом робочої сили, викликаним евакуацією населення, мобілізацією чоловіків та загальною дестабілізацією ринку праці.

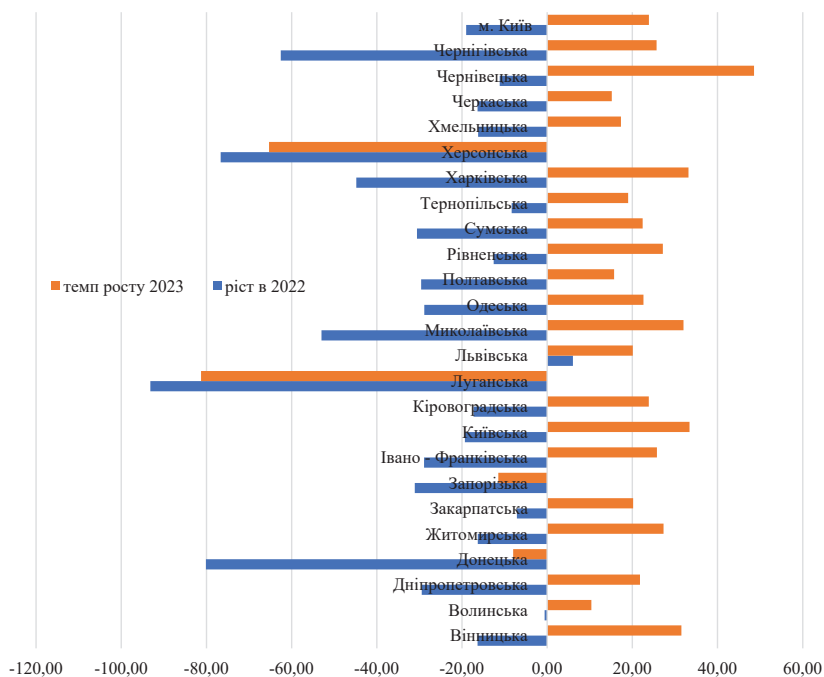


Рис. 6. Регіональна динаміка темпу росту виручки від реалізації українських компаній за 2021–2023, %

Джерело: складено автором на основі [38]

Найбільш драматичне падіння у 2022 році зафіксоване в Луганській області (–93,18 %), Донецькій (–80,13 %) і Херсонській (–76,66 %), що цілком очікувано, адже ці території безпосередньо

постраждали від активних бойових дій, окупації, масових руйнувань і тотального виїзду населення. У цих регіонах економічна активність фактично зупинилася, що відобразилося й на темпах виручки. Більш того, в Луганській, Запорізькій і Херсонській областях негативна динаміка збереглася навіть у 2023 році, що вказує на тривалі структурні втрати і затримку з відновленням економічної діяльності через хронічну нестачу кадрів, порушення логістики та незавершену деокупацію.

На противагу, вже у 2023 році переважна більшість регіонів продемонструвала відновлення та ріст виручки. Це свідчить про часткову стабілізацію ситуації, адаптацію бізнесу до нових умов і поступове повернення частини економічної активності. Найвищий ріст у 2023 році спостерігається в Чернівецькій області (+48,56 %), Миколаївській (+32,01 %), Київській області (+33,41 %) та Харкові (+33,18 %). Особливо варто звернути увагу на Харків, який після суттєвого падіння в 2022 році (–44,82 %) зміг продемонструвати значне економічне відновлення, ймовірно, завдяки переміщенню бізнесів, підтримці держави та адаптації локальних підприємств. Але попри цей ріст, слід враховувати, що кадровий дефіцит у регіоні залишається серйозною проблемою – багато мешканців виїхали, а мобілізація продовжується.

Позитивну динаміку також демонструють західні регіони, такі як: Львів, Івано-Франківськ, Тернопіль, Закарпаття, де втрати в 2022 році були меншими, а вже в 2023 році почалося активне зростання. Це пояснюється тим, що саме сюди перемістилася частина бізнесу з гарячих точок, а також тим, що ці регіони стали відносно стабільними майданчиками для релокації та працевлаштування внутрішньо переміщених осіб. Водночас, навіть тут кадрове забезпечення викликає труднощі через перенасичення ринку праці, конкуренцію між роботодавцями та адаптаційні виклики для переміщених фахівців.

Отже, аналіз регіональної динаміки зростання виручки демонструє складну картину економічного розвитку України в умовах війни, де ключову роль відіграє саме кадрове питання.

Без його вирішення – через навчання, впровадження технологій, підтримку повернення мігрантів, гнучке регулювання мобілізації та розвиток віддаленої зайнятості – забезпечити стабільне економічне зростання буде вкрай складно.

З проведеного дослідження визначено, що в Україні з початком війни наростає кадровий дефіцит, який є результатом масової міграції, мобілізації та ухилення, що в сукупності загрожуватиме нашій країні та передусім бізнесу. Адже через зменшення зайнятості в країні зменшують податки і відповідно надходження до державного бюджету, що в підсумку впливає і на фінансування армії. Саме тому було рекомендовано скоротити робочий тиждень до 4-х днів, як це зробила низка країн та компаній та таким чином дати можливість працездатному та зайнятому населенню відновити свої сили та збільшити їхню задоволеність роботою.

Адже населення України просто виснажене та не має часу на відпочинок, що власне спонукує людей до трудової міграції в країни-члени ЄС. Саме тому в Україні потрібно створити комфортні умови, адже збільшивши час на відпочинок ми таким чином дамо можливість людям відчувати себе людьми, а не чорною робочою силою, яка має працювати по 8–10 годин на день з мінімальними вихідними. Власне 4-х денний робочий тиждень буде конкурентною перевагою не тільки компанії, але у Україні, що може стримати зростаючий рівень трудової міграції. Нами пропонується переформовувати робочий графік працівників, відповідно до успішних практик світових компаній, які більш детальніше наведено в табл. 6.

Перехід на 4-денний робочий тиждень став однією з найновіших тенденцій серед світових компаній, і кілька великих корпорацій вже зробили цей крок, здобуваючи позитивний досвід. Одним із прикладів є компанія Bolt, яка запровадила 4-денний робочий тиждень у 2022 році для всіх своїх співробітників, зберігаючи при цьому повну оплату праці. Це рішення було зроблено з метою покращення балансу між роботою та особистим життям, а також для підвищення продуктивності. Результати виявилися



успішними, оскільки компанія так і не повернулася до звичайного робочого графіка.

Таблиця 6

**Характеристика досвіду світових компаній з переведення  
працівників на 4-х денний робочий графік**

Компанія	Досвід 4-х денного графіку
Bolt	У 2022 компанія запровадила 4-денний робочий тиждень для всіх співробітників, зберігши при цьому повну оплату праці, адже прагнула покращити баланс між роботою та особистим життям та підвищити продуктивність, що в підсумку і вдалось, адже компанія так і не перейшла на звичний графік роботи
Microsoft Японія	У 2019 році японський підрозділ Microsoft перейшов на 4-денний робочий тиждень, а спроба була настільки успішною, що керівництво компанії продовжило цю політику і підняло питання і про переведення інших філій на такий графік
Perpetual Guardian	Компанія розпочала цю політику спочатку як пробну і відчула зростання продуктивності на 20 %, притому, працівники були більш продуктивними під час роботи в 4-х денний тиждень, ніж у звичайний. Саме тому керівництвом компанії було прийнято рішення про перехід усіх працівників компанії на 4-денний робочий графік
The Financial Diet	Медіакомпанія почала тестувати чотириденний робочий тиждень у липні 2021 року, і успіх цієї політики зумовив цілковитий перехід компанії на 4-денний робочий графік. Плюсами такого графіку стало збільшення доходу компанії та підвищення рівня задоволеності працівників
Volt Athletics	Компанія Volt перейшла на чотириденний робочий тиждень у 2020 році, а близько 96 % співробітників компанії заявили, що відчули, що їхня продуктивність залишилася приблизно такою ж або навіть вищою при скороченому тижні. Компанія забрала 20% необхідного часу на роботі, і жоден працівник не відчув, що це знизило загальний рівень продуктивності компанії

*Джерело: складено автором на основі [40–42]*

Ще одним прикладом є японський підрозділ Microsoft, який у 2019 році перейшов на 4-денний робочий тиждень. Спочатку компанія тестувала цей графік, але результат був настільки вражаючим, що політика була продовжена, і згодом було прийнято рішення розглянути перехід на такий графік і для інших філій компанії. Це показало, що більш короткий робочий тиждень може бути успішно інтегрований у бізнес-процеси, підвищуючи рівень задоволення працівників і продуктивність.

Компанія Perpetual Guardian розпочала експеримент із 4-денним робочим тижнем як пробну ініціативу і побачила приріст продуктивності на 20%. Працівники були більш ефективними за короткий робочий тиждень, і тому було прийнято рішення перевести всіх працівників на такий графік постійно. Це доводить, що зниження кількості робочих днів не завжди призводить до зниження продуктивності.

Медіакомпанія The Financial Diet також випробувала 4-денний робочий тиждень з липня 2021 року. Завдяки цьому компанія змогла збільшити доходи і підвищити рівень задоволення працівників. Позитивні результати цієї політики дозволили компанії остаточно перейти на 4-денний робочий графік, що стало суттєвим кроком у напрямку покращення умов праці.

Ще один успішний приклад – компанія Volt Athletics, яка перейшла на 4-денний робочий тиждень у 2020 році. За результатами опитування, 96 % працівників повідомили, що їхня продуктивність залишалася на тому ж рівні або навіть покращилася, незважаючи на скорочений робочий час. Це підтверджує, що зменшення кількості робочих годин може бути вигідним для компанії, якщо правильно організувати робочі процеси.

Усі ці приклади демонструють, що 4-денний робочий тиждень має потенціал стати важливим інструментом для покращення ефективності праці, підвищення задоволення працівників і, в деяких випадках, навіть збільшення доходів компаній. Це може стати важливим кроком на шляху до більш гнучкого та інноваційного підходу до організації праці в умовах сучасного світу.

Щодо вигод працівників від оптимізованого графіку роботи, вони наведені на рис. 7.

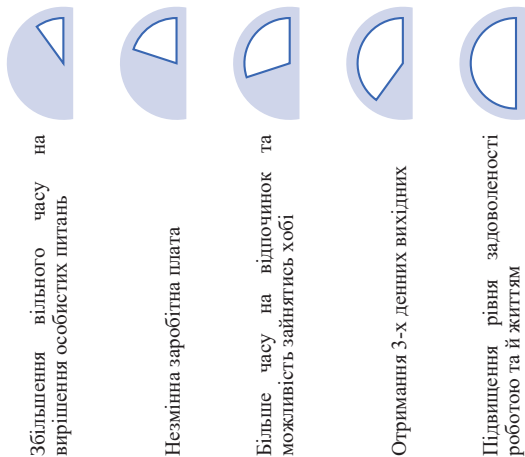


Рис. 7. Характеристика основних вигод працівників від переведення їх на 4-х денний робочий тиждень

*Джерело: розроблено автором*

Перехід на 4-денний робочий тиждень несе для працівників низку значущих вигод, які позитивно впливають як на особисте життя, так і на професійну ефективність. Однією з головних переваг є збільшення вільного часу, що дозволяє працівникам краще вирішувати особисті справи, які часто відкладаються через нестачу часу під час звичайного робочого графіка. Це сприяє зниженню рівня стресу та покращенню балансу між особистим і професійним життям.

Крім того, одним із ключових стимулів для персоналу є збереження заробітної плати при скороченні робочого тижня. Це створює враження довіри та поваги з боку роботодавця, підвищує мотивацію до якіснішого виконання службових обов'язків. Працівники не втрачають у доходах, але отримують більше простору для самореалізації та відпочинку.

Ще однією вигодою є можливість присвятити більше часу відпочинку або улюбленим хобі, що позитивно впливає на емоційний стан працівників, знижує ризики професійного вигорання та сприяє зростанню загального задоволення життям. Три вихідні дні на тиждень дають змогу планувати подорожі, займатись спортом, проводити більше часу з родиною або просто відновлювати сили – усе це зміцнює фізичне та психічне здоров'я.

Загалом, усі ці фактори сприяють підвищенню рівня задоволеності працівників не лише своєю роботою, а й якістю життя в цілому. В умовах сучасної цифрової економіки, де гнучкість і комфорт набувають вирішального значення, запровадження 4-денного робочого тижня може стати ефективним кроком до створення лояльного, вмотивованого та продуктивного трудового колективу.

На основі вищезазначеного було досліджено, що основною проблемою кадрового забезпечення в Україні є нестача працівників, що може призвести до занепаду українського бізнесу. Для подолання цієї проблеми рекомендовано використовувати сучасні технології штучного інтелекту, які допоможуть частково замінити людину в певних операціях та мінімізувати втрати персоналу.

Саме для того, щоб не допустити падіння виручки від реалізації українським компаніям доцільно інтегрувати технології штучного інтелекту в свої бізнес-процеси з метою зменшення навантаженості на працівників та збільшення пропускної здатності.

На рис. 8 наведено динаміку світових інвестицій в технології штучного інтелекту, що підкреслює їхню популяризацію серед світових компаній.

Як можна побачити на рис. 8, інвестиції в штучний інтелект демонструють хвилеподібну динаміку, що значною мірою залежить від змінних зовнішніх умов, таких як економічна ситуація, технічні досягнення та політичні фактори. Однак, незважаючи на ці коливання, загальна сума інвестицій у цю сферу показала вражаючий ріст з 2014 року, коли вона становила 18,62 млрд дол. США, до 136,96 млрд дол. у 2024 році. Цей ріст є наочним підтвердженням того, що ШІ стає дедалі важливішим інструментом для компаній,

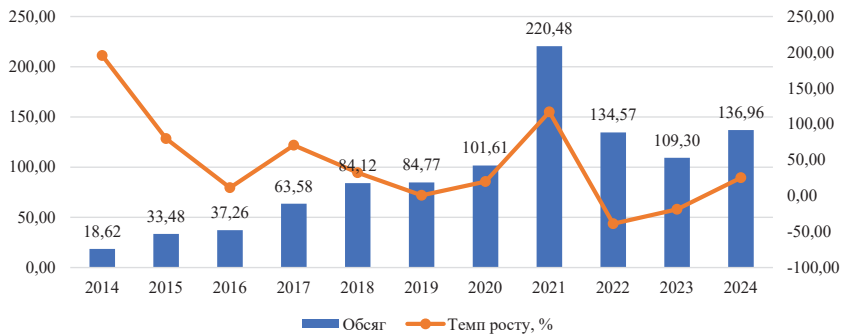


Рис. 8. Динаміка світових інвестицій в ІІІ за 2014–2024 рр.,  
млрд дол. США

*Джерело: складено автором на основі [43]*

що прагнуть удосконалювати свої бізнес-процеси та підвищувати ефективність. Власне, така динаміка свідчить про зростаючий інтерес з боку інвесторів до цієї технології, адже її впровадження приносить значні економічні вигоди. Крім того, інвестиції в ІІІ стають не лише вигідними з фінансової точки зору, але й дозволяють підприємствам досягати значних конкурентних переваг, що в умовах глобалізації та постійно змінюваного ринку є особливо важливим для їхнього успіху та сталого розвитку.

Наступним пропонується навести використання ІІІ як ефективного інструменту Управління, який практикується світовими компаніями (табл. 7).

Аналізуючи досвід провідних міжнародних компаній, можна зробити висновок, що впровадження штучного інтелекту у сферу управління персоналом та організаційної діяльності є стратегічно важливим інструментом підвищення ефективності бізнес-процесів. Завдяки використанню ІІІ значно знижується адміністративне навантаження на керівників та фахівців середньої ланки, автоматизується обробка великих масивів даних, зменшується час, витрачений на виконання рутинних завдань. Це, в свою чергу, дозволяє зосередитися на більш пріоритетних і складних аспектах

діяльності – формуванні стратегій розвитку, ефективному управлінні командами, прийнятті обґрунтованих управлінських рішень та швидкому реагуванню на зміни у зовнішньому середовищі.

Таблиця 7

**Характеристика використання технологій ІІІ світовими компаніями в управлінні в контексті зменшення навантаження на менеджерів та збільшення продуктивності**

Компанія	Характеристика впливу
1	2
Atlassian	Компанія застосовує Rovo AI, цифрового асистента, який допомагає менеджерам ІТ-компаній покращити швидкість та ефективність роботи. Цей інструмент інтегрується з такими популярними платформами, як Jira, Confluence, Slack, Google Drive та GitHub, збираючи всю необхідну інформацію в одному місці для зручного пошуку і комунікації. Rovo автоматизує рутинні завдання, як-от створення звітів, генерацію OKR та нотаток, що дозволяє менеджерам зосередитися на важливіших стратегічних питаннях, замість того, щоб витратити час на дрібниці.
Siemens	Компанія успішно використала штучний інтелект для покращення ефективності своїх виробничих процесів. Завдяки інтеграції ІІІ за показниками продуктивності, було виявлено слабкі місця на виробництві, що дозволило підвищити продуктивність праці на 25%.
IBM	Компанія також успішно впровадила штучний інтелект для покращення виробничих процесів, що допомогло виявити слабкі місця та підвищити продуктивність праці на 25%. Крім того, використання ІІІ для оптимізації ланцюга поставок дозволило зекономити 160 мільйонів доларів і забезпечити безперебійну реалізацію замовлень навіть у кризові часи. IBM також використовує інструменти ІІІ, такі як Maximo для розумного управління активами та прогнозного обслуговування, а також Sterling для підвищення гнучкості та надійності ланцюгів постачання. Це зменшує необхідність у втручанні менеджерів у процес виконання замовлень.

Продовження таблиці 7

1	2
Microsoft	Інструменти Copilot від Microsoft значно полегшують роботу менеджерів проєктів і керівників, автоматизуючи завдання, які зазвичай забирають багато часу та зусиль. Copilot може створювати підсумки зустрічей у Teams, включаючи завдання та нагадування, автоматично генерувати чернетки звітів, презентацій і листів на основі вже наявної інформації. Крім того, цей інструмент швидко аналізує дані в Excel і допомагає відстежувати стан проєктів і виконання завдань у Planner.

*Джерело: складено автором на основі [45–47]*

Інтеграція штучного інтелекту в операційну діяльність українських підприємств відкриває нові можливості для оптимізації ресурсного потенціалу. Зменшення обсягу механічної та повторюваної роботи дозволяє максимально ефективно використовувати людський капітал, сприяє підвищенню мотивації працівників та покращенню якості виконання завдань. У складних економічних умовах, зокрема в період нестабільності, спричиненої війною, інфляційними коливаннями та дефіцитом кадрів, така трансформація дає змогу підприємствам підвищити продуктивність праці, зменшити витрати та забезпечити гнучкість внутрішніх процесів, що врешті-решт позитивно позначається на фінансових показниках та загальній конкурентоспроможності.

Світова практика демонструє, що ШІ дедалі частіше виступає як альтернатива людській праці в тих сферах, де важливими є точність, швидкість реагування та стандартизований підхід. У таких професіях, як оператори кол-центрів, онлайн-консультанти, касири, продавці-консультанти, вже активно впроваджуються чат-боти та віртуальні асистенти, які беруть на себе значну частину комунікаційних функцій. Це дозволяє компаніям не лише зекономити кошти на утриманні великого штату, а й уникати ризиків, пов'язаних із людським фактором, включаючи звільнення, лікарняні, відпустки по догляду за дитиною тощо.

За даними досліджень провідних аналітичних центрів, до 2030 року штучний інтелект може призвести до скорочення близько 300 мільйонів робочих місць у світі, адже дедалі більше компаній переходять до використання інтелектуальних технологій у повсякденній роботі. Це свідчить не лише про трансформацію ринку праці, а й про необхідність адаптації кадрів до нових цифрових реалій. Таким чином, цифровізація та впровадження ШІ – це не просто тенденція, а нагальна потреба, яка визначає майбутнє сучасного бізнесу, в тому числі в Україні.

На рис. 9 показано частку інтеграції ШІ в економіку.

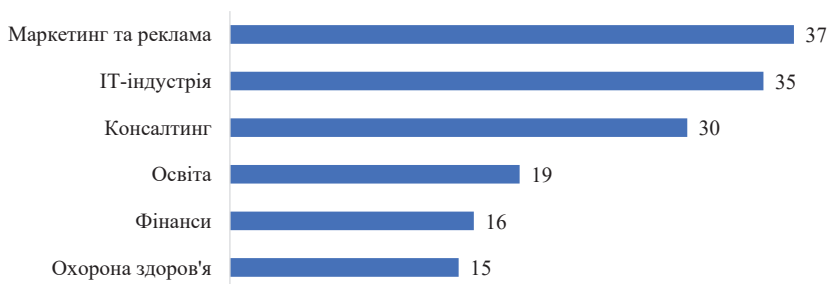


Рис. 9. Частка впровадження ШІ у світових галузях промисловості за 2024 рік, %

*Джерело: складено автором на основі [48]*

Згідно з проаналізованими даними (рис. 9), найвищий рівень інтеграції штучного інтелекту спостерігається в сферах маркетингу та реклами (37 %), інформаційних технологій (35 %) і консалтингу (30 %). У цих галузях ШІ активно використовується у вигляді чат-ботів, які здатні виконувати аналітичні завдання з більшою швидкістю та точністю порівняно з людськими працівниками. Такий розвиток технологій відкриває нові перспективи для українських підприємств та HR-фахівців, оскільки дає змогу частково вирішити проблему нестачі персоналу, яка загострилась унаслідок воєнних дій. Впровадження ШІ дозволяє суттєво знизити кадрові ризики та забезпечити стабільність у функціонуванні бізнесу. У свою чергу,



на рис. 10 представлено авторське бачення стратегії нарощування кадрового потенціалу України в умовах цифрової трансформації.

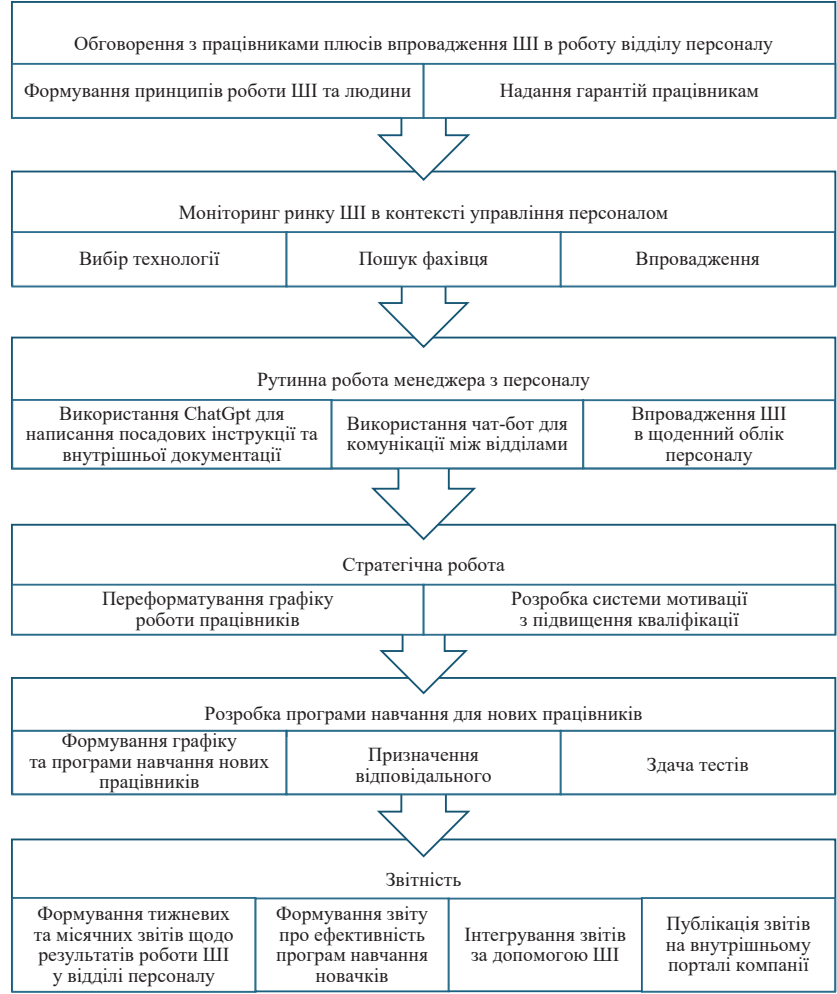


Рис. 10. Стратегія збільшення кадрового забезпечення в умовах воєнного стану та розвитку технологій

Джерело: побудовано автором

Стратегія збільшення кадрового забезпечення в умовах воєнного стану та розвитку цифрових технологій передбачає комплексний підхід до інтеграції штучного інтелекту в систему управління персоналом, з акцентом на адаптацію працівників до нових українських реалій, підвищення ефективності роботи та збереження стабільності в умовах нестабільного середовища.

Першим етапом є комунікація з персоналом, зокрема обговорення переваг впровадження штучного інтелекту у роботу відділу кадрів. Це дає змогу уникнути страхів та опору змінам. Важливо також сформулювати чіткі принципи співпраці між працівниками та ІІІ, де визначаються зони відповідальності кожного. Особливу увагу слід приділити наданню гарантій працівникам, зокрема щодо збереження робочих місць, щоб уникнути соціальної напруги.

Другим важливим напрямом є технічна частина, яка включає моніторинг ринку сучасних технологій управління персоналом, вибір найефективнішої платформи чи рішення, пошук відповідного фахівця або підрядника та подальше технічне впровадження інструментів ІІІ в кадрові процеси.

У частині виконання рутинної роботи, штучний інтелект може взяти на себе такі завдання, як складання посадових інструкцій, внутрішньої документації за допомогою інструментів на базі ChatGPT, підтримку комунікацій між відділами через чат-боти, а також автоматизацію щоденного обліку персоналу. Це суттєво розвантажує менеджера з персоналу, дозволяючи зосередитись на аналітиці та стратегічному плануванні.

У стратегічному аспекті необхідно переформатувати робочі графіки з урахуванням індивідуальних потреб працівників, створити систему мотивації, яка заохочує до підвищення кваліфікації, а також впровадити комплексну програму навчання нових працівників. Така програма повинна містити графік навчання, призначення відповідальної особи, структуру подання матеріалу та обов'язкове проходження тестування.

Завершальний блок – це звітність, адже необхідно впровадити систему формування щотижневих і щомісячних звітів щодо

ефективності роботи ІІІ у кадровому підрозділі. Також мають бути створені звіти щодо навчальних програм, успішності нових працівників, і все це бажано автоматизувати через цифрові рішення. Звіти варто систематично публікувати на внутрішньому порталі компанії для забезпечення прозорості та інформованості всієї команди.

**Висновки.** Загалом, така стратегія дозволяє українським компаніям адаптуватись до умов війни та нестачі кадрів, підвищити продуктивність персоналу, мінімізувати рутинні навантаження й створити умови для професійного розвитку співробітників навіть у кризових обставинах.

### Список використаних джерел

1. Гетьманцева Н. Поняття і сутність праці як правової категорії. *Підприємництво, господарство і право*. 2016. № 7. С. 60–65.
2. Балановська Т. І., Гоголя О. П., Кубіцький С. О., Михайличенко М. В., Троян А. В. Управління організацією : навч. посіб. Київ : ФОП Ямчинський О. В., 2021. 464 с.
3. Шубалий О. М., Рудь Н. Т., Гордійчук А. І., Шубала І. В., Дзямулич М. І., Потьомкіна О. В., Серeda О. В. Управління персоналом : підручник. Луцьк : ІВВ Луцького НТУ. 2018. URL: <https://surl.li/xolvlb> (дата звернення: 14.04.2025).
4. Гурбик Ю. Ю., Беляєв С. С., Багунц Е. С. Сутність та зміст поняття «управління персоналом» у системі менеджменту організації. URL: [https://economyandsociety.in.ua/journals/17\\_ukr/32.pdf](https://economyandsociety.in.ua/journals/17_ukr/32.pdf) (дата звернення: 14.04.2025).
5. Балабанова Л. В., Сардак О. В. Управління персоналом : підручник. URL: <https://surl.li/dqrmvh> (дата звернення: 14.04.2025).
6. Мальнєва В. Л. Сутність управління персоналом підприємства. *Вісник СHT ННІ Бізнесу і Менеджменту ХНТУСГ*. 2020. № 1. С. 68–70. URL: [https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/6798/1/Вісник\\_СHT\\_ННІБМ\\_ХНТУСГ\\_2020\\_1%20\(1\)-68-70.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/6798/1/Вісник_СHT_ННІБМ_ХНТУСГ_2020_1%20(1)-68-70.pdf) (дата звернення: 14.04.2025).
7. Остапенко В. В. Вплив використання понять «кадри» та «персонал» у наукових дослідженнях. *Економіка та регіон*. 2017.

№ 5. С. 60–65. URL: <https://www.econom.stateandregions.zp> (дата звернення: 14.04.2025).

8. Fayol H. *General and Industrial Management* (C. Storrs, Trans.). London : Pitman Publishing. 1949. (Оригінальна праця опублікована 1916 р.).

9. Бажан І. І. Управління персоналом : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2011.

10. Drucker P. F. *The Essential Drucker: The Best of Sixty Years of Peter Drucker's Essential Writings on Management*. New York : HarperBusiness, 2001.

11. Лосева Е., Дашко І. Сучасні тенденції розвитку управління персоналом. *Економіка та суспільство*. 2024. № 68. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/4976> (дата звернення: 14.04.2025).

12. Федорчук Т. Ю., Можаровська Т. В. Теоретичні аспекти психодогічних особливостей адаптації працівників. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Психологія*. 2023. № 2. С. 65–68. URL: <https://doi.org/10.32782/psychology/2023.2.12> (дата звернення: 14.04.2025).

13. Шапка І. В., Яшкіна Н. В. Інструментарій адаптації персоналу як фактор ефективної діяльності компанії. *Economic Synergy*. 2023. № 3. С. 38–54. DOI: <https://doi.org/10.53920/ES2023-3-3> (дата звернення: 14.04.2025).

14. Toyota Motor Corporation. (n.d.). *Toyota Way and Philosophy*. URL: [https://www.toyota-global.com/company/vision\\_philosophy/toyota\\_way/](https://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_way/) (Last accessed: 14.04.2025).

15. Apple Inc. *Apple leadership and culture*. 2024. URL: <https://www.apple.com/leadership/> (Last accessed: 14.04.2025).

16. Google LLC. *Why Google is the best company to work for: Company culture and employee benefits*. 2023. URL: <https://about.google/our-story/> (Last accessed: 14.04.2025).

17. Tesla Inc. *Tesla's commitment to innovation and employee empowerment*. 2024. URL: <https://www.tesla.com/careers> (Last accessed: 14.04.2025).

18. Microsoft Corporation. Our culture of inclusion and employee development. 2024. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/diversity/inside-microsoft/culture> (Last accessed: 14.04.2025).

19. Amazon.com, Inc. Amazon's work culture: Customer obsession and leadership principles. 2023. URL: <https://www.amazon.jobs/en/culture> (Last accessed: 14.04.2025).

20. General Electric. GE's leadership development program and employee engagement. 2023. URL: <https://www.ge.com/careers> (Last accessed: 14.04.2025).

21. Coca-Cola Company. The Coca-Cola Company: Employee empowerment and leadership programs. 2023. URL: <https://www.cokecareers.com/> (Last accessed: 14.04.2025).

22. Spotify Technology S.A. Spotify's work environment and employee well-being. 2024. URL: <https://www.spotifyjobs.com/> (Last accessed: 14.04.2025).

23. Антонюк Л. Л., Мельник Т. М. Цифрова трансформація та її вплив на ринок праці: нові виклики для України. *Економіка України*. 2021. № 5. С. 20–34.

24. Біла С. Я. Управління персоналом в умовах цифровізації економіки. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки»*. 2020. № 41. С. 102–108.

25. Ілляшенко С. М., Мельник К. О. Управління людськими ресурсами в умовах цифрової економіки. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2021. № 3. С. 115–124. DOI: <https://doi.org/10.21272/mmi.2021.3-10> (дата звернення: 15.04.2025).

26. Кудінова О. В. Цифрова компетентність персоналу: виклики та перспективи розвитку. *Економічний вісник університету*. 2022. № 50. С. 90–96.

27. Пономарьов О. С. Еволюція HR-технологій в умовах цифрової трансформації. *Проблеми економіки*. 2021. № 3. С. 144–150.

28. Череп А. В., Дашко І. М., Огренич Ю. О. Діджиталізація бізнес-процесів на підприємствах як фактор забезпечення соціально-економічної безпеки в умовах сучасних євроінте-

граційних викликів. *Економіка та суспільство*. 2024. № 64. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/4235> (дата звернення: 15.04.2025).

29. Дашко І. М. Кадровий потенціал: сутність та фактори розвитку. *Економіка та держава*. 2017. № 1. С. 65–68. URL: [http://www.economy.in.ua/pdf/1\\_2017/16.pdf](http://www.economy.in.ua/pdf/1_2017/16.pdf) (дата звернення: 15.04.2025).

30. Дашко І. М. Розвиток інноваційних технологій управління персоналом на підприємствах у сучасних умовах господарювання. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2016. Вип. 9. С. 37–41. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg\\_2016\\_9\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg_2016_9_10) (дата звернення: 15.04.2025).

31. Погорелова Т. О. Свічкарь А. А. Дослідження інноваційних підходів до формування кадрового потенціалу. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (економічні науки)*. 2016. № 47. С. 92–95.

32. Жуковська В. М. Цифрові виклики кадрового забезпечення підприємства. *Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення та проблеми розвитку*. 2019. № 2. DOI: <http://doi.org/> (дата звернення: 15.04.2025).

33. Jorrit vander Togt, Thomas Hedegaard Rasmussen. Toward evidence-based HR. *Journal of Organizational Effectiveness: People and Performance*. 2017. Vol. 4, Issue: 2. Pp. 127–132. DOI: <https://doi.org/10.1108/JOEPP02-2017-0013> (Last accessed: 15.04.2025).

34. Прохорова В. В., Мних О. Б., Гузенко І. Ю. Людський капітал підприємства у глобальному просторі економіки знань. *Економічний вісник Дніпровської політехніки*. 2021. № 2. С. 115–124.

35. Васильців Т., Левицька О., Рудковський О. Структурні диспропорції і дисбаланси ринку праці областей Карпатського регіону України в умовах війни: тенденції, загрози, орієнтири політики стабілізації й використання можливостей. *Економіка та суспільство*. 2022. № 37. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-37-37> (дата звернення: 16.04.2025).

36. Панькова О. В., Касперович О. Ю. Проблеми соціальної та правової захищеності платформних зайнятих і пріоритети регуляторної політики України в умовах воєнного стану. *Економіка промисловості*. 2022. № 2 (98). С. 91–117.

37. Державна служба статистики України. 2024. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 16.04.2025).

38. Економічна статистика. Економічна діяльність. Діяльність підприємств. 2025. URL: [https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu\\_u/size\\_20.htm](https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/size_20.htm) (дата звернення: 16.04.2025).

39. Аналітична та статистична інформація. Державна служба зайнятості. 2024. URL: <https://www.dcz.gov.ua/stat> (дата звернення: 16.04.2025).

40. Maximum working hours per day as per Factories Act. URL: <http://www.citehr.com/303164-maximum-working-hours-per-day-per-factories.html> (Last accessed: 16.04.2025).

41. Abi Tyas Tunggal. 110 Companies That Have Adopted the 4-day Workweek in 2023, 2023. URL: <https://himalayas.app/advice/companies-with-4-day-workweeks> (Last accessed: 16.04.2025).

42. Tyler Amell, Ph.D., Stuart Rudner. Balancing AThe Benefits of a Four-Day Workweek, 2024. URL: <https://www.rudnerlaw.ca/wp-content/uploads/2024/04/Balancing-Act-The-Benefits-of-a-Four-Day-Workweek.pdf> (Last accessed: 16.04.2025).

43. OECD. Worldwide VC investments in AI. 2025. URL: <https://surl.li/cxhwgv> (Last accessed: 17.04.2025).

44. The Australian. Rovo AI Atlassian тепер доступний всім. 2024. URL: <https://surl.li/vqgvre> (Last accessed: 17.04.2025).

45. Psico-Smart. The Impact of Artificial Intelligence on Labor Productivity Management Systems. 2024. URL: <https://psico-smart.com/en/blogs/blog-the-impact-of-artificial-intelligence-on-labor-productivity-management-systems-161734> (Last accessed: 17.04.2025).

46. IBM. 10 ways artificial intelligence is transforming operations management. 2024. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/ai-in-operations-management> (Last accessed: 17.04.2025).

47. Blainy. How AI Can Improve Workplace Efficiency. 2024. URL: <https://blainy.com/ai-workplace-efficiency/> (Last accessed: 17.04.2025).

48. Justin McGill. AI Replacing Jobs Statistics. 2024. URL: <https://contentdetector.ai/articles/ai-replacing-jobs-statistics/> (Last accessed: 17.04.2025).

**ЧЕРЕП Алла Василівна,**

д.е.н., професор, завідувач кафедри фінансів, банківської  
справи, страхування та фондового ринку,  
Запорізький національний університет,  
м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5253-7481>

**ФЕДОРОВ Денис Дмитрович,**

здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти  
з галузі знань 05 «Соціальні та поведінкові науки»  
за спеціальністю 051 «Економіка»,  
Запорізький національний університет,  
м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3575-6362>

**BEKOVA Raushan Zhanysovn,**

Ph.D., Associate Professor  
University Turan,  
Almaty, Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1459-7832>

### **3.7. ЦИФРОВІЗАЦІЯ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ В УКРАЇНІ: ПРИЧИНИ ПОВІЛЬНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ**

**Вступ.** У сучасному світі цифровізація стає важливим фактором економічного розвитку. Вона не лише змінює способи ведення бізнесу, але й формує нові бізнес-моделі, які забезпечують



підприємствам більшу гнучкість, ефективність та здатність конкурувати на глобальному ринку. Малий бізнес є важливою складовою економіки України, його частка у ВВП складає близько 40 %, а у сфері зайнятості цей показник перевищує 60 % [1]. Однак рівень цифровізації малого і середнього підприємництва (далі – МСП) в Україні залишається нижчим у порівнянні з країнами ЄС. Розберемо причини такого стану справ в цьому важливому сегменті.

**Виклад основних результатів дослідження.** Інноваційні процеси нерозривно пов'язані з цифровою трансформацією бізнеса. Тому ці дві позиції в оцінці конкурентоспроможності треба розглядати синтетично. З розвитком цифрових технологій їх впровадження у управлінські та виробничі процеси бізнесу стало надважливим завданням. Цифровізація з початком двадцятих років цього сторіччя стає вагомим критерієм в конкурентному змаганні на глобальних ринках. Впровадження цифрових технологій надає бізнесу суттєві переваги та сприяє адаптації до зовнішньої кон'юнктури ринків. Розвиток інтернет-технологій дозволив суттєво змінити стратегії просування продукції вітчизняних виробників, у тому числі і на зовнішні ринки, вплинув на маркетингові технології та канали комунікації з партнерами та споживачами. Але для того, щоб стати повноцінним гравцем на глобальних ринках цього замало. Міжнародна логістика, транснаціональні торгові бар'єри, нові способи трансакційних витрат, залучення штучного інтелекту, цифровізація процесів контролю якості – все це потребує стратегії цифровізації кожного підприємства МСП, яке працює чи готується працювати з міжнародними партнерами та закріпитися на світових ринках. У малому бізнесі всіх країн світу все більше виявляються риси глобалізації, що проявляється у підвищенні зовнішньоекономічної активності, у широкому використанні глобальних інформаційних технологій, в уніфікації форм та у ділових еталонах підприємницької діяльності [2]. Більш того, на глобальні ринки вийшли нові бізнес-структури, так звані «малі транснаціональні компанії», які досить успішно почуваються себе

на світових торгових площадках, маючи невелику чисельність штатного персоналу [3, с. 82]. Стає очевидним, що збалансоване зростання глобальної економіки буде відбуватися за рахунок цифровізації ринків та доступу до них бізнес-гравців. Україна входить до низки країн-виробників продукції ІТ-сектору і навіть займає 12 місце за чисельністю засновників компаній «єдинорогів». І хоча український уряд усіляко сприяє цифровізації країни та, навіть включив розвиток цифрових технологій в перелік ключових напрямків «Національної економічної стратегії до 2030 року», втім аналітичні дослідження говорять про низький рівень цифровізації на рівні бізнес-процесів.

Науковці підкреслюють, що цифрова трансформація бізнес-сектору має вирішальне значення для забезпечення динамізму економіки України в епоху цифрових технологій (Шевченко І. О, 2022): «Українські компанії відносно оптимістично налаштовані щодо цифровізації, але переважно відчують відставання від своїх конкурентів у цифровій трансформації. Хоча технологічні компанії та інші глобальні новатори ще не націлені на український ринок, вони з часом це зроблять» [4].

Цифровізація просувається, в першу чергу, серед представників великого бізнесу. Але МСП є більш мобільними і гнучкими бізнес-структурами, тож в цьому сенсі малий та середній бізнес мав би не залишатися осторонь технологій цифрової ери. Але цього не стається. Причини полягають в рівні розуміння цифровізації керівниками та засновниками МСП. «Навіть серед великих компаній лише 20 % українських компаній мають цифрову стратегію. Крім того, лише кілька компаній усіх розмірів поклали відповідальність за цифрову трансформацію на цифровий підрозділ або координатора цифрової трансформації. Невелика частка великих компаній взагалі не вжили жодних заходів у цьому відношенні» [4]. «Якщо подивитися в порівнянні, то серед країн Європейського Союзу мінімальні показники інноваційної активності мають Португалія – 26 % і Греція – 29 %, але навіть ці показники удвічі вищі, ніж в Україні. А в порівнянні з країнами-лідерами,

такими як Нідерланди (62 %), Австрія (67 %), Німеччина (69 %), Данія (71 %) та Ірландія (74 %), цей розрив з Україною складає майже п'ять разів» [5]. В основі стрімкої цифрової трансформації закладені цифрові тренди, які має відстежувати та вивчати малий та середній бізнес. І приділяти цьому увагу потрібно на всіх рівнях – від сервісної служби чи працівника до керівника підприємства. Якщо керівник чи топ-менеджмент не буде розуміти тенденцій цифровізації, таке підприємство не зможе вибудувати стратегію розвитку і досягти критеріїв конкурентоспроможності, які виведуть його на глобальні ринки.

Фактично МСП повинні залучити цифрові технології як безумовний фактор їх ефективності та конкурентоспроможності. Тобто споживачу, який отримує товари та послуги на глобальному ринку в епоху цифровізації байдуже, хто насправді їх виробив – чи транс-національна корпорація, чи підприємство малого чи середнього сегменту. Головні критерії вибору – це відповідна якість, швидкість доставки та комфортна система обслуговування. Шанси для гігантів та МСП на світових ринках стають рівнозначними з точки зору доступу до споживача. Церковна А. В. і Карелова К. С. наводять такий приклад: «модель економіки спільної участі, якою керуються Aliexpress або Airbnb, збільшує конкуренцію і навіть витісняє з ринку провідні світові компанії, а хмарні технології дозволяють малому і середньому бізнесу зменшити витрати на інфраструктуру, тим самим прискорюючи комерційні процеси, digital-маркетинг дає можливість налагоджувати ефективні взаємини з клієнтами, CRM-системи економити на персоналі» [6, с. 328]. В той же час МСП стикаються з низкою проблем, які заважають розвитку цифрових інновацій. До них підприємці відносять високе податкове навантаження, недостатні фінансування та підтримку з боку держави, дефіцит власних коштів, ускладнену та надлишкову регуляторну політику, ситуацію, пов'язану з безпекою у всіх аспектах під час війни. Значна частина підприємців, які розбудовують власне виробництво, вказують і фактор низької цифрової освіти персоналу.

Сьогодні цифрові технології впроваджуються як частина бізнес-процесів, а їх повсюдне застосування можна бачити в усіх сферах життя [7]. Це відбувається, оскільки (Маркевич К., 2021 р.):

- «їх експонентне зниження вартості у поєднанні з наявними хмарними послугами знижує капіталовкладення, необхідні для започаткування бізнесу;
- їх застосування зменшує витрати, збільшує продуктивність та ефективність прийняття рішень;
- вони стають дешевшими та, відповідно, доступнішими завдяки безкоштовному контенту та послугам (через низькі граничні витрати): користувачі сплачують лише частину вартості, яка створюється в цифровій економіці;
- вони можуть використовуватися для створення унікальних продуктів, повністю адаптованих до уподобань клієнта» [7].

Приклад застосування цифрових технологій в аграрному бізнесі (рис. 1):



Рис. 1. Цифровізація аграрного виробництва за допомогою кібердрона

*Примітка: розроблено автором на підставі [8]*

За інформацією дослідження «Цифрова адженда України», якщо цифровізація зернового виробництва буде проведена на всій території України та у всіх фермерських господарствах, це дозволить підвищити обсяг виробництва з поточних 60 млн т зерна до 85 млн т на рік і збільшити експорт з 36 млн т до 63 млн т [8].

Найбільш відкрита до цифрових технологій сфера послуг. Новітні цифрові технології дозволяють працювати дистанційно, залучати споживачів за допомогою відеоконференцій, групових чатів, здійснювати купівлю товарів та послуг за допомогою віртуальних сервісів та комунікації в соціальних мережах. Українська держава активно впроваджує диджиталізацію в сфері охорони здоров'я – перший рівень надання медичних послуг (сімейна медицина) практично повністю оцифрований. Електронний доступ до послуг сімейних лікарів та профільних спеціалістів вже став звичним для українських пацієнтів. Дистанційне навчання з початком повномасштабного вторгнення запроваджено по всій території України. І хоча якість таких освітніх послуг викликає поки що багато нарікань, система освіти трансформується і починає вишукувати переваги в цих технологіях. Щодо надання фінансових послуг населенню та бізнесу, переходу на електронний документообіг – в цих сегментах Україна є лідером на теренах Європи.

Цифровізація має великий позитивний вплив на всі аспекти життєдіяльності суспільства і бізнесу. Це і доступ до інформації та сховищ унікальних даних з усього світу, можливість підвищення рівня кваліфікації працівників усіх ланок виробничого процесу, це мінімізація витрат та оптимізація управління, підвищення якості продукції та послуг, швидке реагування на будь-які процеси та події на внутрішньому та зовнішніх ринках. І це далеко не весь перелік. Але є і певні застереження. Інститут Разумкова застерігає, що «попри ряд позитивів, які породжує цифровізація, їй притаманний ряд викликів, до яких може бути не готове і суспільство, і бізнес: прогресивна автоматизація та використання робототехніки матиме наслідком порушення ринку праці, що характеризуватиметься безробіттям та нерівністю доходів» [7]. Так званий

«цифровий розрив» може викликати диспропорцію в зайнятості між поколінням «оцифрованих» молодих людей та фахівців зрілого віку. Серед інших загроз – порушення конфіденційності інформації, виток персональних і корпоративних даних, збільшення соціальної дистанції, втрата національних традицій та звичок. Особливі застереження провідні аналітики віддають розвитку і впровадженню штучного інтелекту, з яким людство стикнулося в останні роки.

Розвиток цифрових технологій та стрімке просування і розширення присутності штучного інтелекту в сфері маркетингу потребує залучення усіх можливих напрямків електронної комерції для просування продукції українських МСП на зарубіжні ринки. Безумовно, більша частина експортерів вже давно користується онлайн-каналами у власних стратегіях розширення географії бізнесу. Втім, для новачків ця діяльність становить більше питань, ніж відповідей. В цьому сенсі підприємцям слід розглядати комплекс заходів та різні ресурси і схеми, які б допомогли побудувати канали просування товарів на міжнародний економічний простір. Це і офіційні електронні торговельні бази та майданчики, це довідкові електронні ресурси, комерційні галузеві сайти, маркетплейси та соціальні мережі. Якщо подивитися на спроможність вітчизняного бізнесу до впровадження маркетингових онлайн-технологій, то виявиться, що підприємства, які використовують багатоканальну стратегію в цифровій комерції віддають перевагу міжнародним маркетплейсам. Цей шлях продажу товарів за кордон вже показав швидкі результати для багатьох експортерів. Втім останні зміни на глобальних ринках, викликані агресією РФ проти України поставили перед бізнесом нові виклики та перегляд деяких механізмів в тактиці і стратегії підприємств, які займаються чи планують займатися експортно-імпортною діяльністю. Чинники, які вплинули на зміну цих механізмів:

- активна протидія місцевого підприємництва та профспілок імпорту українських товарів на територію країн ЄС, що стали найбільшими споживачами української продукції в останні роки;

- загроза введення квот і обмежень на низку українських товарів, які складають конкуренцію на місцевих ринках;
- ускладнення логістики торгових операцій, пов'язаних з блокуванням кордонів, яке декілька країн зробили механізмом перешкоджання торгівлі українськими товарами;
- загроза обстрілів та руйнація виробничих потужностей, що може призвести до невиконання міжнародних контрактів;
- проблеми з релокацією та кадрові проблеми, викликані відтоком спеціалістів за кордон та мобілізацією;
- недосконалі механізми митного оподаткування, що тягне за собою збільшення митних платежів та можливі простоти і втрати часу до переміщення товарів через кордони.

У той же час, наявність усіх цих несприятливих факторів мало пояснює низьку активність багатьох МСП щодо впровадження мультимедіальної цифрової маркетингової технології. Навіть на внутрішньому вітчизняному ринку онлайн-торгівлю займаються переважно фізичні особи, торгові мережі та невеликі крафтові бренди. Ці процеси йдуть переважно по двом каналам: продажі в соціальних мережах та на власних сайтах чи лендінгах. Кілька українських маркетплейсів надають можливість просувати товари на внутрішньому ринку, але користування цими площадками надто подорожчало і потрапити в топ-сторінки потребує від підприємців значних витрат без гарантій реалізації продукції. Тому використання популярних маркетплейсів потребує щільної уваги та аналізу його ефективності. Слід зазначити ще один важливий фактор – розвиток цифрових технологій настільки стрімкий, що він потребує окремої фахової уваги, організації спеціального підрозділу на підприємстві, який би став двигуном продажів та просування продукції МСП на локальні та глобальні ринки. І тут виникає велика залежність успіху підприємства від кваліфікації та професійних якостей таких фахівців, які б поєднували знання маркетингових технологій, цифрову грамотність на рівні висококласного користувача, знання іноземних мов, правові аспекти міжнародної економічної

діяльності та здатність розуміти виробничі і технологічні процеси власного підприємства. Наведу приклад.

У 2016 році на ринок стрімко вийшла нова технологія використання чат-ботів в месенджерах для просування продукції малих і середніх підприємств. Найбільш зручною платформою для пересічного користувача був запропонований агрегатор СмартСендер, який досить агресивно просували на ринку цифрових послуг кілька українських навчальних компаній. При цьому ефективність цієї технології не була доказовою та навіть приховувалася її пропагандистами. Підприємці, які спокусилися на розробку і впровадження цих чат-ботів з воронками продаж, вимушені були вкласти кілька тисяч доларів (в гривневому еквіваленті) в навчання фахівця, витратися на підписку використання платформи, створити систему адміністрування та інші непередбачувані затрати. В підсумку, технологія себе не виправдала, бо потребувала значних ресурсів у супроводі. Більш того, власником платформи виявився російський контрагент, який перестав виконувати обов'язки по супроводу системи. І головне, з 2020 року популярні месенджери ввели систему вбудованих чат-ботів, якими будь-який суб'єкт може користуватися безкоштовно. Цей приклад демонструє, що цифровий портфель пропозицій для онлайн-торгівлі має бути ретельно вивчений і проаналізований кваліфікованим фахівцем, який візьме відповідальність за електронну маркетингову стратегію підприємства і мінімізує ризики.

Для початківців на шляху завоювання міжнародних ринків та впровадження цифровізації власного маркетингу слід ознайомитися з «біблією» SMMщика – посібником The Financial Times щодо стратегії для соціальних медіа [9]. Цей посібник написав визнаний у Великій Британії спеціаліст з інтернет-маркетингу Мартін Томас. Його бізнес-консалтингова компанія OxfordSM працює з такими брендами, як Bayer, British Airways, Philips, Lego, GSK та інші. Тім Стейплс аналізує інноваційні технології контент-маркетингу, Девід Мірмен Скотт фундаментально викладає теорію цифрового маркетингу в книзі «Нові правила



маркетингу та PR», яка стала світовим бестселлером і перекладена 29 мовами. Серед українських авторів заслуговує на увагу робота Шиманської К. В. та Бондарчука В. В. «Аналіз маркетингових можливостей використання онлайн-каналів для просування продукції українських МСП» [10], в якій сформульовано відмінні характеристики та особливості використання різних онлайн-каналів просування продукції на зарубіжні ринки. Взагалі ж наукових робіт в сфері нейронаук і їх використанні у маркетингу багато. Навіть надто багато. І оскільки технології розвиваються досить швидко, то є потреба створення базових концепцій використання онлайн-технологій у бізнесі з адаптацією до українських реалій.

Річ в тім, що війна РФ проти України викликала потрясіння в бізнес-середовищі. Багато компаній втратили реальних контрагентів, логістика поставок і продажів була зруйнована одномоментно. І в значній мірі це спонукало малий та середній бізнес шукати нові моделі просування своєї продукції на ринки, в тому числі зарубіжні, за допомогою електронної комерції.

Слід підкреслити, що онлайн-канали для розвитку і просування свого бізнесу український сегмент МСП використовує досить давно, але в переважній більшості – не ефективно. Мною було проведено анонімне опитування керівників і топ-менеджерів 21 виробничого підприємства у Запоріжжі (6), Дніпрі (5), Вінниці (3), Львові (4), Луцьку (2), Хмельницьку (1): За результатами анонімного опитування можна сказати, що онлайн-канали презентації та просування продукції власного виробництва використовуються слабо і досить невдало (табл. 1). При цьому сто відсотків керівників/власників це розуміють і мають наміри розвивати цей напрямок.

Цікаво, що серед опитаних керівників МСП онлайн-комунікацію в більшій мірі використовують малі виробники: сто відсотків працюють з маркетплейсами, більше 70 % – соціальні мережі, мала частина – месенджери. А от середній бізнес віддає перевагу власним сайтам, а трохи менше половини опитаних навіть користуються поштовими сервісами розсилок, ефективність яких в останні кілька років впала критично низько.

Таблиця 1

**Результати анонімного опитування керівників МСП**

1	Категорія підприємства (мале, середнє, виробниче, послуги)	14 малі, виробничі	7 середні, виробничі
2	Кількість працівників	до 50	до 250
3	Виробничий оборот, млн. грн	до 10 млн	до 50 млн
4	Чи експортуєте продукцію?	1 підприємство	2 підприємства
5	Кількість країн, куди поставляєте товар	1	2
6	<b>Які канали онлайн-маркетингу використовуєте:</b>		
	маркетплейси	14	3
	сайт бренду	0	2
	власний сайт	6	7
	соціальні мережі	11	1
	месенджери	4	0
	електронну розсилку листів	1	3
	чат-боти	0	0
	інфлюенсерів	0	0
	здіяли ІІІ	0	0
7	<b>Хто займається цифровим маркетингом</b>		
	агент впливу	0	2
	маркетолог	12	4
	відділ маркетингу	0	3
	власник/керівник бізнесу	2	
8	Чи плануєте розширювати напрямки цифрового онлайн-маркетингу	14	7

*Джерело: розроблено автором на підставі розробленої авторською анкети-опитування*

Переважає більшість малих підприємств мають фахівця в сфері маркетингу, але 2 з 14-ти написали, що займаються електронною комерцією власноруч. Тільки 2 з 7 опитаних середніх виробника

делегували функцію маркетингового напрямку стороннім професійним компаніям, використовуючи аутсорсинг для мінімізації витрат. Втім, недостатня ефективність цієї тактики опосередковано підтверджується наміром розвивати онлайн-продажі. Тобто, можна зробити висновок, що онлайн-канали реалізації товарів для МСП й досі залишаються додатковим інструментом маркетингових стратегій на противагу традиційних продажів. Більш того, онлайн-комунікація вітчизняного підприємства доволі скудна та використовує не самі ефективні канали продажів. Далеко не всі канали цифрової комунікації використовують МСП в своїй діяльності. Вочевидь це пов'язано з об'єктивними та суб'єктивними особливостями застосування, що впливає загалом на успішність просування компаній на міжнародні ринки.

Попри позитивну динаміку, цифрова трансформація малого бізнесу в Україні стикається з низкою бар'єрів:

- Фінансові обмеження. 63 % підприємців вважають високі витрати основною перешкодою для цифрової трансформації [11]. Впровадження цифрових технологій потребує значних інвестицій, які часто є недоступними для малого бізнесу.
- Низький рівень цифрової грамотності. Близько 35 % власників малого бізнесу не мають достатніх знань щодо використання цифрових інструментів [12].
- Проблеми з кібербезпекою. Кількість кібератак на українські компанії за 2023 рік зросла на 250 % [13], що створює серйозні загрози для бізнесу.

**Висновки.** Для прискорення цифровізації малого бізнесу в Україні необхідно:

1. Запровадити державні програми підтримки цифровізації, включаючи гранти та пільгові кредити для підприємців.
2. Розширити освітні ініціативи щодо цифрових навичок, створюючи спеціалізовані курси та тренінги для підприємців.
3. Розвивати цифрову інфраструктуру, забезпечуючи доступ до швидкісного інтернету в усіх регіонах України.

4. Зміцнювати заходи кібербезпеки, включаючи впровадження обов'язкових стандартів захисту даних для бізнесу.

Цифровізація малого бізнесу в Україні має значний потенціал, але її темпи залишаються повільнішими порівняно з країнами ЄС. Основними бар'єрами залишаються фінансові обмеження, низький рівень цифрової грамотності та загрози кібербезпеки. Реалізація комплексної державної політики, спрямованої на підтримку цифрової трансформації, а також активна співпраця з міжнародними партнерами допоможуть прискорити цей процес.

### Список використаних джерел

1. OECD. Digital transformation of SMEs. URL: <https://www.oecd.org/>

2. Enhancing the Contributions of SMEs in a Global and Digitalised Economy. OECD. 2017. URL: <https://www.oecd.org/industry/C-MIN-2017-8-EN.pdf>

3. Akcaoglu E., Wehner R. Small Firm Internationalisation and International Entrepreneurship. *Würzburg International Business Forum International Business Conference*. 2019. P. 82.

4. Шевченко І. О. Адаптація бізнес-моделі підприємств України до цифрової торгівлі на глобальних ринках. *Abstracts of VII International Scientific and Practical Conference Bordeaux, France* (December 12–14, 2022). URL: <https://eu-conf.com/wp-content/uploads/2022/12/Theoretical-methods-and-improvement-of-science.pdf#page=69>

5. Лавриненко С., Харченко С., Місюрова К.. Управління інноваційним розвитком підприємств: теоретичний аспект. *Abstracts of VII International Scientific and Practical Conference Bordeaux, France* (December 12–14, 2022). С 125–129. URL: <https://eu-conf.com/wp-content/uploads/2022/12/Theoretical-methods-and-improvement-of-science.pdf#page=69>

6. Церковна А. В., Карелова К. С. Вплив цифровізації на розвиток малого і середнього бізнесу в Україні. *Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління*. 2020. Том 19. Вип. 2 (45). С. 328–339.

7. Маркевич К. Цифровізація: переваги та шляхи подолання викликів. Центр Разумкова. 6 вересня 2021 р. URL: <https://razumkov.org.ua/statti/tsyfrovizatsiia-perevagy-ta-shliakhy-podolannia-vyklykiv>

8. Фіщук В., Матюшко В., Чернев Є. Україна 2030 – країна з розвинутою цифровою економікою. Український інститут майбутнього. 2020. URL: <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html>

9. Томас Мартін Посібник The Financial Times зі стратегії для соціальних медіа / пер. з англ. Я. Машико. Харків : Вид-во «Ранок» : Фабула, 2020. 304 с.

10. Шиманська К. В., Бондарчук В. В. Аналіз маркетингових можливостей використання онлайн-каналів просування продукції на зарубіжні ринки українськими МСП. *Економіка, управління та адміністрування*. 2022. № 1 (99). С. 49–56. URL: <https://ema.ztu.edu.ua/article/view/254374>

11. Міністерство цифрової трансформації України. URL: <https://thedigital.gov.ua/>

12. Світовий банк. Digitalization and business resilience. URL: <https://www.worldbank.org/>

13. CERT-UA. (Кібербезпека для малого бізнесу. URL: <https://cert.gov.ua/>